

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1. JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO

Investigación y *Desarrollo* (R+D) son dos actividades científicas y tecnológicas de gran valor porque implican la creación de nuevo conocimiento, elemento clave para el progreso general de la sociedad. Estas acciones son impulsadas por un conjunto de agentes que conforman el llamado *Sistema R+D*: administraciones públicas, universidades, empresas e instituciones privadas sin finalidad de lucro (IPSFL). Los agentes movilizan recursos (*input*) financieros, humanos y materiales con la finalidad de obtener unos resultados (*outputs*), como son, por ejemplo, los artículos científicos, las tesis doctorales o las patentes. A la vez, estos productos de la investigación científica y tecnológica incrementan la cantidad y calidad del conocimiento sobre la realidad y facilitan el *avance* socioeconómico. El ciclo concluye con la aplicación práctica de los progresos a través de la *Innovación*, la tercera rama del sistema de *investigación*, desarrollo e innovación (R+D+I) que permite aplicar industrialmente las novedades, generando nuevos procesos y productos.

En la *Sociedad del Conocimiento* el ciclo de R+D+I ocupa una posición estratégica, ya que potencia el crecimiento económico y la competitividad empresarial en un entorno marcadamente dinámico. "Todos los países viven cambios en la estructura productiva como consecuencia del cambio tecnológico y del comercio. (...) En los últimos veinte años, los cambios se han acelerado y al mismo tiempo ha aumentado la conciencia en el conjunto de la sociedad." (Busom, 2004: 7). Por lo tanto, resulta evidente la necesidad de medir, analizar y evaluar un sistema de R+D+I con la finalidad de determinar su posición relativa en un panorama internacional bastante competitivo, y así potenciar el funcionamiento eficaz, detectar los puntos fuertes y débiles, tomar decisiones y cambios de orientación en la política científica, etc.

Desgraciadamente, la tarea de estudio y valoración de un sistema de R+D+I no es nada fácil. Los políticos, gestores y científicos topan con numerosas dificultades, entre las cuales se encuentran las siguientes: diversidad de metodologías, clasificaciones e

indicadores; variedad y falta de homogeneidad de las fuentes de información; dificultades de acceso a los datos; fronteras imprecisas entre áreas afines, etc. a menudo, los datos internos o sobre el exterior recopilados por los sistemas de información de R+D+I son claramente insuficientes o parciales. A Nivel de la Documentación, frecuentemente los análisis quedan restringidos a la información **bibliométrica** derivada de la producción científica, olvidando otros elementos importantes del ciclo global de R+D+I, formado por una gran variedad de recursos y resultados. En conclusión, la obtención, organización, distribución y estudio de la información sobre R+D+I presenta todavía muchas facetas por examinar.

1.2. OBJETIVOS

Desde una perspectiva multidisciplinar, las ciencias documentales pueden colaborar con la economía, la estadística o la filosofía de la ciencia para intentar solucionar las dificultades y problemáticas detectadas durante este trabajo. Cualquier **investigación** científica se asienta sobre una sólida base documental. El presente estudio parte de la siguiente tesis inicial: en más de ayudar directamente a la actividad científica y técnica a través de bibliotecas y centros de información especializada, los profesionales de la Documentación pueden colaborar a agrupar, unificar, analizar, recuperar y difundir de manera eficiente, rápida y precisa los datos sobre R+D+I, con el objetivo de estudiar y examinar un sistema determinado. Usar información de calidad es un elemento esencial para la gestión y evaluación de las realizaciones científicas y tecnológicas y para las decisiones políticas de futuro. Aquí se examina concretamente el caso de Cataluña, estableciendo relaciones con España y otros países de nuestro entorno.

Por orden de importancia, los objetivos principales que sustentan el presente trabajo son:

- Describir el estado actual de la información especializada en las actividades de R+D+I a Cataluña y a las instituciones que están más directamente involucradas.
- Revisar los supuestos teóricos primordiales del estudio de un sistema R+D+I, intentando aplicar los criterios de la disciplina documental.
- Recopilar fuentes de información actuales (bases de datos, directorios, memorias, etc.), como primer estadio **por** después procesar los datos y elaborar

análisis sobre la R+D+I catalana. Cualquier estudio del sistema tiene que disponer de datos sólidos y comparables.

- Examinar la producción de documentación científica y tecnológica, estableciendo relaciones con el ciclo completo de las realizaciones de R+D+I.

1.3. METODOLOGÍA

El estudio pretende ofrecer una panorámica inicial y bastante descriptiva de las principales instituciones, sistemas y fuentes de información que se encargan de seleccionar, analizar y difundir datos sobre R+D+I en Cataluña. Tanto los organismos (universidades públicas y privadas, departamentos y agencias de la administración pública, institutos de **investigación**, etc.) como los recursos de información (bases de datos, directorios, informes, sitios web, memorias, etc.) corresponden a tipologías muy diversas.

En una primera etapa, el método de trabajo ha consistido en la revisión sistemática de la bibliografía disponible. A continuación, se ha elaborado un cuestionario de entrevista dirigido a responsables y técnicos de servicios de gestión, estudios e información sobre R+D+I para conocer de primera mano el estado de la cuestión. La opción de elaborar entrevistas personales proviene de la falta de estudios específicos sobre la materia. Las **entrevistas** se efectuaron mayoritariamente durante el segundo y tercero trimestre de 2005 y el texto final ha sido revisado por los autores en mayo de 2006. El trabajo concluyó con la recogida y descripción de las diferentes fuentes de información existentes, siempre con un especial interés cabe en los documentos en formato electrónico y que se actualicen periódicamente. Todos los sitios web se han revisado en mayo de 2006, fecha de cierre de la información para el trabajo.

1.4. ESTRUCTURA DEL TRABAJO

Una **vez** presentados los objetivos y la metodología del trabajo, el segundo capítulo intenta fijar el marco teórico de la materia analizada, a partir de la definición de los conceptos, indicadores y clasificaciones más destacadas. También se examina desde

diversos puntos de vista (características, tipología, ciclo de producción, etc.) la documentación generada como resultado de las actividades científicas y tecnológicas, con especial atención a las categorías primordiales (artículos de revista, patentes y tesis doctorales).

El tercer capítulo afronta el estado actual del sistema catalán, a partir del examen del contexto institucional y de la política científica pública en relación a las actuaciones de R+D+I. En primer lugar, se describen los sectores (administraciones, empresas, universidades, etc.) que agrupan los agentes que investigan en Cataluña. A continuación, se analizan las directrices, estructuras y mecanismos de financiación de la investigación científica y tecnológica por parte de los diferentes poderes públicos.

Por su parte, el cuarto apartado recoge la información obtenida en las once entrevistas a técnicos y expertos responsables de servicios y unidades directamente relacionadas con la información sobre R+D+I. Las personas entrevistadas responden a cuestiones sobre el entorno institucional (organización política y administrativa, recursos humanos e informáticos, etc.) y sobre la información, concretamente con respecto a la entrada (fuentes, indicadores, etc.), procesamiento (sistemas de análisis, áreas temáticas, alcance cronológico, etc.) y salida de los datos (elaboración de memorias, bases de datos, informes, etc., así como aspectos de seguridad y algunas observaciones finales).

La conclusión intenta situar el rol de la Documentación en la selección, procesamiento, recuperación y difusión de la información sobre la investigación científica y técnica en Cataluña, siguiendo el límites metodológicos fijados para la presente **investigación**. En último término, se trata de transformar la información cuantitativa en conocimiento cualitativo que permita actuar de forma rápida, precisa, eficiente y eficaz.

El trabajo acaba con una bibliografía y cuatro anexos documentales, los cuales incluyen el cuestionario de la entrevista, información complementaria sobre indicadores y clasificaciones y, por último, una relación de los sitios web mencionados a lo largo del texto.

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

Este apartado intenta establecer el marco teórico de la materia analizada a partir de la definición de los conceptos, indicadores y clasificaciones imprescindibles. Además, se estudian las especificidades de la información y documentación derivadas de las actuaciones de R+D+I. En este sentido, el trabajo sigue principalmente las aportaciones de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE, <<http://www.ocde.org/>>) y de expertos como Mario Bunge, Michel Callon, Wilfrid Lancaster, Restituto Sierra Bravo o María Pinto.

2.1. DEFINICIONES

"La ciencia se puede definir, en sentido estricto, como un conjunto sistemático de conocimientos sobre la realidad observable, obtenidos mediante el método científico. (...) La ciencia, en cuanto cuerpo de conocimientos teóricos, no es otra cosa que el resultado de la *investigación científica* realizada de acuerdo con el método científico. (...) Según escribe Mario Bunge, 'el conocimiento científico se, mediante definición, el resultado de la *investigación* realizada con el método y el objetivo de la ciencia.'" (Sierra Bravo, 1998: 24).

Investigación es toda actividad realizada según el método científico y orientada a descubrir algún aspecto desconocido del mundo real. Tiene el origen en la curiosidad inherente al género humano y en la necesidad esencial de obtener información por resolver las necesidades y preguntas que se le plantean al hombre. La investigación científica es la fuente de la ciencia, la cual se tiene que desarrollar según un método científico claramente estructurado y dirigido a profundizar y ampliar nuestro conocimiento de la realidad. Por su parte, la técnica implica la aplicación del conocimiento científico a finalidades útiles y prácticas.

La investigación científica es un proceso en cadena, en el cual se pretende, "partiendo de los conocimientos científicos precedentes, conceptualizar la realidad, con el fin de obtener y formular, mediante la observación y la sistematización metódicas, representaciones intelectuales que sean expresión lo más exacta posible de la realidad y contribuyan en engrosar el acervo teórico de las ciencias" (Sierra Bravo, 1998: 34). También según Sierra Bravo, la investigación científica incluye tres fases sucesivas:

- Documentación
 - Investigación documental
 - Lectura
 - Fichas de trabajo
- Investigación empírica
 - Diseño
 - Observación
 - Obtención y tratamiento de los datos
- Elaboración
 - Sistematización del material
 - Redacción
 - Presentación formal.

La importancia estratégica de la investigación científica y tecnológica en el mundo actual se hizo evidente a partir de los años 60 del siglo XX. Debido al rápido crecimiento de los recursos en R+D, se empezaron a recoger datos estadísticos y fue necesario normalizar las definiciones y clasificaciones para disponer de información comparable entre instituciones y países. Entre otros organismos internacionales, el OCDE empezó a elaborar diversos manuales metodológicos para medir y analizar las actividades científicas y tecnológicas. Actualmente los manuales del OCDE constituyen el punto de partida obligado para delimitar la recogida e interpretación de datos sobre R+D+I.

En relación en el objeto central del presente estudio, el *Manual de Frascati* define la R+D como el trabajo creativo y sistemático para generar y aplicar nuevo conocimiento. Según los expertos del OCDE, el término R+D designa al mismo tiempo tres conceptos diferentes:

- *Investigación básica* (figura 1): "trabajos experimentales o teóricos que se emprenden principalmente para obtener nuevos conocimientos acerca de los fundamentos de los fenómenos y hechos observables, sin pensar en darles ninguna aplicación o utilización determinada." (OCDE, 2003: 30).

- *Investigación aplicada* (figura 1): "trabajos originales realizados para adquirir nuevos conocimientos; sin embargo, está dirigida fundamentalmente hacia un objetivo práctico específico." (OCDE, 2003: 30).
- *Desarrollo experimental* (figura 1): "trabajos sistemáticos que aprovechan los conocimientos existentes obtenidos de la investigación y/o la experiencia práctica, y está dirigido en la producción de nuevos materiales, productos o dispositivos; en la puesta en marcha de nuevos procesos, sistemas y servicios, o en la mejora sustancial de los ya existentes." (OCDE, 2003: 30).

Con respecto al conocimiento, núcleo de la R+D, existen dos aspectos profundamente relacionados pero que hay que diferenciar: la generación y la adopción o adaptación de conocimiento. En palabras del economista Isabel Busom:

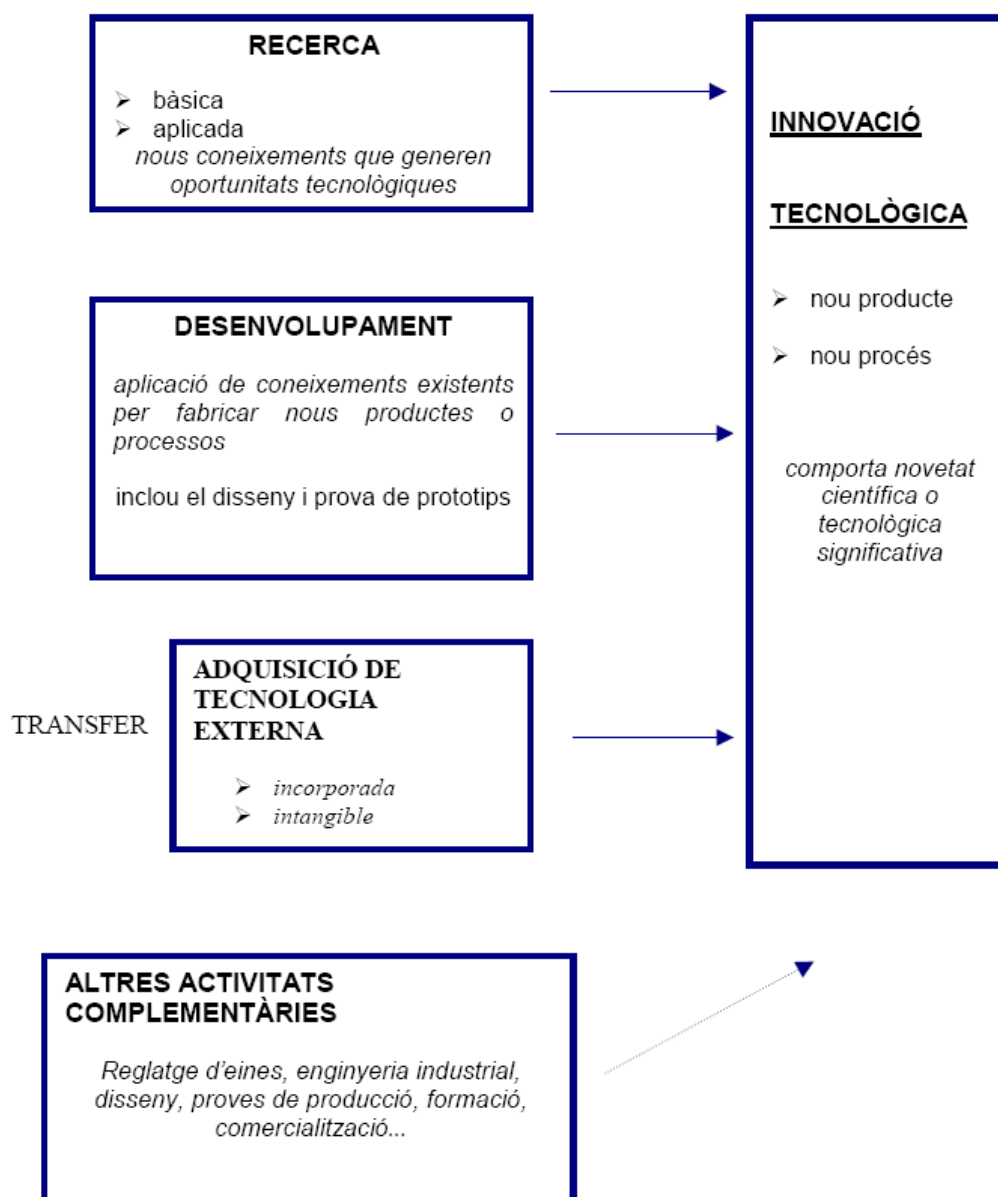
"Los estudios económicos muestran que no hay bastante con la adopción, sino que hay que desarrollar capacidad de generar conocimientos. La capacidad de adopción y asimilación de conocimientos y tecnología depende de algunos factores parecidos a los que influyen sobre la capacidad de generar, y ésta, a la vez, favorece la capacidad de asimilación." (Busom, 2004: 9).

La R+D se tiene que distinguir claramente de un amplio conjunto de actividades que también tienen su cimiento en la ciencia y la técnica. Estas actividades "están muy relacionadas con la I+D, tanto a través de flujos de información como en lo relativo en funcionamiento, instituciones y personal; pero, en lo posible, no deberían tenerse en cuenta para la medición de la I+D." (OCDE, 2003: 30). Se trata de las siguientes actuaciones:

- *Enseñanza y formación*: existe una relación profunda entre el impulso científico y la formación de nuevos investigadores. Para medir esta vinculación se utilizan diversos indicadores (anexo 2) como, por ejemplo, el gasto en el sistema educativo, la población con estudios superiores (titulados universitarios y/o doctores), el índice de formación continuada, etc.
- *Otras actividades científicas y tecnológicas afines*: se incluyen servicios de información y recogida de datos, estudios de viabilidad, ensayos y normalización, solicitudes de patentes y licencias, etc.
- *Otras actividades industriales*: producción y actividades técnicas relacionadas, además de acciones de innovación que no sean R+D.
- *Administración y otras actividades de apoyo* >.

Con respecto a la *innovació* (figura 1), el **OCDE** la define como el "conjunto de **etapas científicas, tecnológicas, organizativas, financieras y comerciales, incluyendo las inversiones en nuevos conocimientos, que llevan o que intentan quitar a la implementación de productos y de procesos nuevos o mejorados**. La I+D no se **más** que una de **estas actividades**." (OCDE, 2003: 17). Incluye la adquisición de tecnología (incorporada o no), la puesta a punto de maquinaria y herramientas, la ingeniería y el diseño industrial, el inicio de fabricación y comercialización de productos nuevos y mejorados, etc.

Figura 1. Concepte de R+D+I



Por lo tanto, la R+D es una actividad de innovación tecnológica pero bastante peculiar:

"Lo que distingue las actividades **d'R+D** es que éstas consisten en la generación de un bien intangible y arriesgado, que consiste en conocimiento. Éste es básicamente información, que una vez producida puede ser relativamente fácil de obtener, copiar o imitar (...). Los beneficios, materializados en un nuevo proceso productivo o un nuevo producto, quedan repartidos, pero no los costes (...). Determinados proyectos **d'R+D** no saldrán a cuenta para una empresa individual, de manera que no hay ni generación ni, por lo tanto, imitación. La consecuencia es que colectivamente se dejan de tener los beneficios, en el sentido de bienestar, asociado a más conocimiento y a las innovaciones que se derivan. (...) Además, la empresa potencialmente innovadora se enfrentará a menudo a problemas de financiación de las actividades **d'R+D** (...) y lo tendrá que hacer con recursos propios. Eso pasará en la medida en que la innovación comporte generación de activos intangibles de valor incierto. (...) En cambio, otras actividades de innovación, especialmente las relacionadas con adoptar y adaptar lo que ya existe (...), no comportan estas dificultades. Esta diferencia es lo que justifica el diseño de una política científica y tecnológica en general, con el objetivo de alcanzar una producción **d'R+D** más elevada." (Busom, 2004: 9-11).

De todos modos, existen dificultades metodológicas considerables **por** fijar unos límites precisos entre **investigación**, desarrollo, innovación y otras actuaciones científicas y tecnológicas. Por ejemplo, resulta difícil delimitar correctamente el desarrollo experimental de otras actividades de innovación. En este sentido, el *Manual de Frascati* comenta:

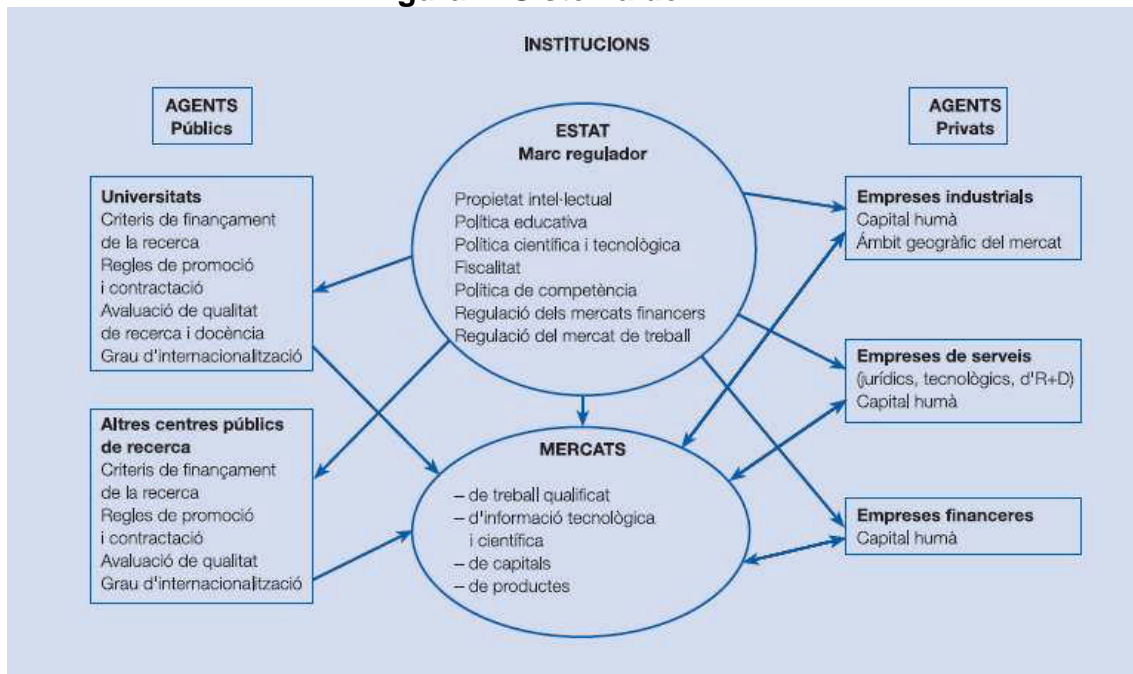
"El **criterio básico** que **permite distinguir** la I+D de **actividades** afinas se la **existencia** en el **seno** de la I+D de un **elemento** apreciable de **novedad** y la **resolución** de una **incertidumbre** científica **y/o tecnológica**; (...) la I+D aparece cuando la **solución** de un problema no resulta **evidente** para **alguien** que **está perfectamente** en el **tanto** del **conjunto básico** de **conocimientos y técnicas** habitualmente utilizadas en el sector de que se **trate**." (OCDE, 2003: 34).

La confusión a la hora de diferenciar la R+D de otras realizaciones científicas y tecnológicas también puede aparecer a la hora de marcar una frontera clara entre la docencia y la investigación en las universidades o cuando una institución desarrolla diversos tipos de actuaciones, sobre todo en sectores punteros (biotecnología, ingeniería aeroespacial, tecnologías de la información y de las comunicaciones -TIC-, nanotecnología, etc.). También hay que fijar un criterio fiable con respecto a las actuaciones de **apoyo** a la R+D. Por ejemplo, el OCDE considera que "la **provisión** de **servicios bibliotecarios** o **informáticos**, **forman parte** de la I+D propiamente dicha si se **destinan exclusivamente** en I+D. (...) El **mismo razonamiento** se aplica al caso de las **actividades** de **gestión, administración y trabajos** de oficina." (OCDE, 2003: 47).

Una vez se han definido por separado los conceptos de **investigación**, desarrollo, innovación y actividades próximas, hacen falta estudiar cómo se articulan estos componentes en un *sistema de R+D+I*. Desde una perspectiva amplia e integradora, el economista **Isabel Busom** considera que un sistema de R+D+I (figura 2) se puede definir de la siguiente forma:

"Conjunto de agentes (los que toman decisiones **d'R+D+I**: empresas, centros de **investigación**, Administración pública), valores y normas (que condicionan las decisiones individuales: pueden ser implícitas o explícitas, públicas o privadas) e instituciones (marco legislativo, mercados de tecnología, mercado de trabajo **calificado**, mercado financiero, sistema educativo) que afectan directamente o indirectamente al nivel colectivo de las actividades **d'R+D+I**." (**Busom**, 2004: 11).

Figura 2. Sistema de R+D+I



Font: Busom (2004)

2.2. INDICADORES

El conjunto de acciones que se han definido más arriba se miden en base a la recogida sistemática y homogénea de datos estadísticos, a partir de los cuales se elaboran indicadores objetivos para disponer de información sólida y comparable sobre cualquier sistema de R+D+I. En este apartado, se han seleccionado los principales indicadores utilizados por los organismos encargados de recopilar este tipo de información (anexo 2).

En el ámbito internacional, ya se ha mencionado la importante tarea del OCDE, la cual elabora estadísticas sobre R+D+I semestrales (*Main Science and Technology Indicators -MSTI-*, anexo 2, apartado f) y bianuales (*Science, Technology and Industry Scoreboard*). Además, l'*Institute for Statistics* de la UNESCO (*UIS*, <<http://www.uis.unesco.org>>) recoge, examina, publica y normaliza sistemáticamente datos sobre ciencia y tecnología desde el año 1965. Por su parte, "el Grupo de Trabajo de Eurostat para la Estadística de I+D e Innovación presenta los informes anuales sobre la financiación pública de I+D miedo objetivos socioeconómicos en los estados miembros, los créditos de I+D de instituciones comunitarias, la distribución regional de personal de I+D, los gastos de I+D y laso peticionas de patentes europeas. Los datos sueño recopilados a través de una encuesta anual." (OCDE, 2003: 215). Otra institución supranacional relacionada con la información sobre R+D+I es la Red de Indicadoras de Ciencia y Tecnología Iberoamericana e Interamericana (RICYT, <<http://www.ricyt.edu.ar>>).

El *Manual de Frascati* es revisado periódicamente por el OCDE y constituye el documento técnico de referencia internacional para obtener en base a encuestas estadísticas e indicadores sobre R+D seguros y comparables. Hay que destacar que el manual se limita esencialmente a los *input* económicos y humanos. A pesar de eso, en un contexto marcado por la sociedad del conocimiento y la globalización económica, los datos de R+D sobre gasto o personal se tienen que complementar necesariamente con otras informaciones. Por este motivo, el OCDE ha preparado otros manuales y directrices metodológicas sobre la medición de las actividades científicas y tecnológicas no directamente asociadas con la R+D y también desde el punto de vista de los *outputs*:

- Innovación: *Manual de Oslo* (1997).
- Personal dedicado a ciencia y tecnología: *Manual de Canberra* (1995).
- Balanza de pagos por tecnología: *Manual BPT* (1990).
- Patentes: *Manual de Patentes* (1994).
- Alta tecnología.
- Bibliometría.
- Globalización.

Estos documentos "se **utilizen** como guía, para producir información estadística comparable sobre estas actividades, y también cuando la aplicación de políticas exige una definición clara cómo es el caso de los programas de subvenciones en empresas o el diseño de incentivos fiscal en la R+D." (**Busom**, 2004: 8). La finalidad es proporcionar un contexto más amplio (marco general del sistema de ciencia y tecnología) a los indicadores de recursos de R+D.

Antes de pasar a examinar los indicadores más destacables, hay que mencionar dos principios importantes comentados al *Manual de Frascati*: cooperación y comparación. En relación a la cooperación, es evidente que "laso **actividades** de I+D sueño cada **vez más** accionas de **carácter** mundial **y** que una **mayor proporción** de la I+D se **realiza en cooperación**." (**OCDE**, 2003: 21). La colaboración entre universidades, empresas y otros centros de **investigación** se puede realizar de manera formal (por ejemplo, Unión Europea -UE-) o informal (acuerdos multilaterales o bilaterales). Además, en las empresas multinacionales "se **muy** difícil, **cuando** no **imposible**, determinar laso **actividades** de I+D ejecutadas en laso **unidades** de **grupo** en **diferentes países y obtener información** sobre los **flujos** de I+D entre **dichas unidades**." (**OCDE**, 2003: 22).

Con respecto a la comparación de datos, el **OCDE** hace una advertencia a tener en cuenta **para** los usuarios de estadísticas sobre R+D+I:

"Laso serías no su **más** que un **reflejo cuantitativo resumido** de **estructuras muy complejas** de **actividades y** de **instituciones**. (...) En la **medida** de lo **posible**, **convendría analizarlas** en la **luz** de la **información cualitativa pertinente**. Concreto, para laso **comparaciones internacionales**, **deberían tenerse en cuenta** el **tamaño**, laso **aspiraciones**, la estructura **económica y** laso **disposiciones institucionales** de los **países considerados**." (**OCDE**, 2003: 27).

Acto seguido se conceptualizan los principales grupos de indicadores que se utilizan habitualmente para estudiar un sistema de R+D+I o, más sobradamente, de ciencia y tecnología:

- Recursos (*input*)
 - Recursos económicos
 - Recursos humanos
 - Recursos materiales
- Resultados (*outputs*)
 - Publicaciones científicas y tecnológicas: artículos, patentes, etc.
 - Magnitudes económicas: innovación, balanza de pagos tecnológicos, productos e industrias de alta tecnología, etc.

Se profundizará sobre todo en los recursos y en las publicaciones, primordialmente a partir de las indicaciones derivadas del *Manual de Frascati*.

2.2.1. Recursos económicos

En el gasto de R+D¹, la **medida básica** la **constituyen** los '**gastos internos (intramuros)**', que **comprenden** los **gastos correspondientes** a las **actividades** de I+D realizados en una **unidad** estadística o en un sector de la **economía**. Otra medida, los '**gastos externos (extramuros)**', **cubren** los **pagos** de la I+D realizada fuera de la **unidad** estadística o del sector de la **economía**." (OCDE, 2003: 20). Excluyendo los gastos de depreciación monetaria, el *Manual de Frascati* considera que hay que medir los gastos corrientes (costes salariales y otros gastos regulares) y las de capital (elementos del capital fijo usados en los programas de R+D: edificios, equipamientos, programas informáticos, etc.).

Por otro lado, la R+D genera importantes transferencias directas de recursos entre unidades, organismos y sectores. Por lo tanto, es primordial conocer la procedencia de la financiación, es decir, determinar quién paga las investigaciones y quién las ejecuta. Esta información se puede obtener a partir de las declaraciones de los organismos

¹ Algunos expertos prefieren usar la expresión "inversión en conocimiento".

financiadores o, más recomendable, en base a los datos facilitados por los **ejecutores**. A menudo se producen diferencias apreciables entre estas dos fuentes, debido a diversas circunstancias (apartado 4.4.1):

"Los **financiadores y los ejecutores** no **tienen necesariamente** el **mismo modo** de considerar si los **trabajos** **curso responden** o no en la **definición** de I+D. (...) La **financiación puede** ser **asumida** **miedo** un **intermediario**, lo que **hace** difícil que el **ejecutor conozca** la **fente** original de los fondos. (...) Los contratos de **investigación** en **menudo** se **extienden** en **más** de un **año**, cono lo que **puede haber discrepancias** de **tiempo** entre el **financiador y el ejecutor**. (...) En **muchos países puede** ser difícil identificar a laso **empresas** que financian I+D ejecutada en el **extranjero**." (OCDE, 2003: 128-129).

Aparte de los indicadores agregados del sistema (gasto total en R+D, porcentaje sobre el **PIB**, participación de los diferentes sectores) (anexo 2), para cada organismo es importante tener acceso a información detallada sobre los medios **por** los cuales los investigadores reciben financiación para la **investigación**. De cara al diseño y gestión de una política científica eficaz, resulta capital disponer de datos relevantes y desagregados para cada una de las actuaciones de investigación presentadas (solicitudes y concesiones). Tanto desde el punto de vista del organismo financiador como del **ejecutor**, para cada concesión hay que disponer de la máxima información posible: código, título, investigador principal y colaboradores, instituciones y unidades implicadas, fechas de inicio y final, importe total y **por** anualidades, etc. Eso sólo se puede garantizar a partir de un control y seguimiento esmerado de los flujos de información interna (solicitudes, informes, etc.) y externa (concesiones, memorias justificativas, etc.).

Con respecto a las modalidades de financiación (en concurrencia competitiva o no), pueden ser muy variadas: proyectos, infraestructuras, acciones especiales o complementarias, ayudas de **apoyo** a grupos y redes de **investigación**, subvenciones, becas, contratas y convenios, etc. Para más información sobre las convocatorias públicas, se pueden consultar los sitios web del **Ministerio de Educación y Ciencia** (MEC, <<http://www.mec.es>>) y de la Agencia Catalana de Ayudas Universitarias y de **Investigación** (AGAUR, <<http://www.gencat.net/agaur>>).

2.2.2. Recursos humanos

En relación a las personas que se encargan de investigar, "se debe contabilizar todo el personal empleado directamente en I+D, así como las personas que proporcionan servicios directamente relacionados con actividades de I+D, como las directoras, administradoras y personal de oficina." (OCDE, 2003: 98). El personal se puede calcular en número de personas físicas o, según su dedicación a actividades de R+D+I, en equivalencia a jornada completa (EJC).

Debido a la extensa variedad de situaciones posibles (formación, contratación, dedicación temporal, etc.), se recomienda clasificar al personal según titulación u ocupación. Para el primer caso, se sigue la Clasificación Internacional de la Educación (ISCED, anexo 3) de la UNESCO. Este criterio facilita análisis más generales pero presenta problemas considerables a la hora de establecer comparativas internacionales debido a las diferencias entre los sistemas de enseñanza. Sin embargo, la información aportada puede ser muy interesante: "Hay algunos indicadores de la cantidad de capital humano altamente calificado. El número de doctores por millón de población es un indicador del potencial de un país para difundir conocimientos adelantados y aumentar la oferta de personal altamente calificado." (Busom, 2004: 21).

En segundo lugar, los recursos humanos se pueden agrupar en base a la Clasificación Internacional de Ocupaciones (ISCO, anexo 3) de la Organización Internacional del Trabajo (OIT). La ocupación es el criterio más habitual porque describe el uso real de los recursos y resulta más fácil de elaborar y de comparar con otras series de datos. Los niveles primordiales de ocupaciones en R+D+I son los siguientes:

- *Investigadores*: constituyen el elemento central de cualquier sistema y se definen como "profesionales que se dedican en la concepción o creación de nuevos conocimientos, productos, procesos, métodos y sistemas, y también en la gestión de los proyectos respectivos." (OCDE, 2003: 99). Habitualmente también se consideran investigadores los estudiantes de posgrado a nivel de doctorado que participan en tareas de R+D+I.
- *Técnicos y personal asimilado*: se trata de "personas cuyas tareas principales requieren conocimientos técnicos y experiencia en uno o varios campos (...). Participan en la I+D ejecutando tareas científicas y técnicas que requieren la

aplicación de conceptos y métodos operativos, generalmente bajo la supervisión de los investigadoras. El personal asimilado realiza los correspondientes trabajos de I+D bajo la supervisión de investigadoras en lo salvo de las ciencias sociales y las humanidades." (OCDE, 2003: 100). Entre sus tareas, se encuentra realizar búsquedas bibliográficas y selección de material e información relevante; desarrollar programas informáticos; hacer experimentos, pruebas, etc.

- Otro personal de apoyo]: esta categoría "incluye al personal de oficinas, cualificado y sin cualificar, de oficina y de secretaría que participa en los proyectos de I+D o está directamente asociado a tales proyectos." (OCDE, 2003: 101).

Con respecto a la medición y análisis de los recursos humanos, el *Manual de Frascati* realiza una interesante aportación:

"Una base de datos ideal debería cubrir el total de *HRST*² a escala nacional en momentos de tiempo determinados, desagregados por nivel de los puestos de trabajo, por sectores y por tipos de empleo, y considerando asimismo los flujos de entrada (fundamentalmente, los resultados del sistema educativo y la inmigración) y los flujos de salida (fundamentalmente, las jubilaciones y la emigración). Tanto los recursos disponibles como los flujos deben clasificarse por sector científico y tecnológico, edad y sexo y, dentro de lo posible, por nacionalidad y origen étnico. También se necesita la información sobre ciertas categorías de interés (doctoras, estudiantes posdoctorales, investigadoras, profesionales de las tecnologías de la información, etc.) (...) Algunos estados pequeños de la OCDE sueñan capaces de mantener un registro nominal completo (...). Sin embargo, en la mayoría de los estados, las bases de datos sobre *HRST* se elaboran a partir de datos procedentes de diversas fuentes, fundamentalmente a partir de estadísticas sobre enseñanza superior (número de profesores y de licenciados), de encuestas sobre población activa, estadísticas de empleo y censos de población, complementados con datos de encuestas específicas." (OCDE, 2003: 228-229).

Esta última forma de recopilar la información presenta inconvenientes importantes, como son la fragmentación estadística o un nivel de agregación bastante elevado, originado porque los datos provienen de encuestas por muestreo. Sin embargo, hay que remarcar en la necesidad de gestionar datos significativos sobre los investigadores en formación (predoctorales y posdoctorales), disfruten o no de una beca de apoyo a la actividad de investigación. En relación a los investigadores consolidados en el sistema de R+D+I, son temas básicos la evaluación de la productividad científica o el reconocimiento de la tarea desarrollada.

² Recursos humanos dedicados a la ciencia y la tecnología.

Como norma general, las estadísticas nacionales (anexo 2) ofrecen datos sobre la evolución en el número total (personas físicas y EJC) de investigadores y de personal dedicado a actividades R+D (se incluyen técnicos y personal de apoyo]>). A menudo estos datos se relacionan con la población activa para obtener indicadores que se puedan extrapolar a otros sistemas.

Para acabar con el tema de los recursos humanos, cualquier sistema de R+D+I tiene que mantener una relación fluida con los otros pulso de investigación mundial. Por esta razón, resulta importante disponer de información fiable sobre el intercambio y movilidad internacional de los investigadores, es decir, hay que conocer la proporción de investigadores o estudiantes de doctorado nacidos aquí o al extranjero que se trasladan a trabajar, respectivamente, a fuera o a nuestro país. En este sentido, si una fracción considerable de los investigadores propios no retorna, las pérdidas a todos los niveles son importantes y manifiestan la debilidad del sistema examinado.

2.2.3. Recursos materiales

En comparación con otros indicadores, se recopila escasa información sobre los medios materiales movilizadas por las actuaciones de R+D+I. En este sentido, Callon, Courtial y Penan comentan acertadamente:

"En cuanto al estudio de los instrumentos, de sus cualidades técnicas, de sus usos y de su esfera de aplicación, constituye uno salvo inmenso que apenas está explorado. Sin embargo, una parte importante de los efectos socioeconómicos producidos mieda la investigación dependen de la circulación y de la adopción de los dispositivos técnicos puestos a puntúo en los laboratorios." (Callon, 1995: 106).

En este apartado, se pueden distinguir claramente dos blocs de información:

- Infraestructuras y equipamientos científicotècnics.
- Bibliotecas y servicios de documentación.

En el primer caso, se puede recopilar información sobre la construcción, remodelación y ampliación de edificios o la adquisición, instalación y mantenimiento de equipamiento

de investigación. La categoría de los equipamientos es bastante heterogénea³: instalaciones científicas de alto nivel, hardware y software informático, redes de comunicaciones, fondos bibliográficos, material de laboratorio, etc.

Con respecto a las bibliotecas y servicios de documentación, el anuario de la **Red de Bibliotecas Universitarias Españolas (REBIUN)**, <<http://rebiun.crue.org>>) facilita indicadores que permiten dar una visión esmerada del destacado papel de estos servicios en el **apoyo** de la docencia y la **investigación** universitarias. A continuación se han seleccionado algunos de los más destacados:

- Superficie por usuario (m²).
- Estudiantes por **lugar** de lectura.
- Incremento de monografías por usuario.
- Revistas vivas por investigador.
- Volúmenes informatizados sobre el total (%).
- Visitas por usuario.
- Consultas en bases de datos por investigador.
- Visitas al sitio web por usuario.
- Préstamo interbibliotecario: documentos obtenidos por investigador.
- Préstamo interbibliotecario: artículos servidos por revista viva.
- Gasto en adquisiciones por usuario.
- Gasto en revistas por investigador.
- Gasto en monografías sobre el total (%).
- Gasto en recursos electrónicos sobre el total (%).

También a nivel de las bibliotecas universitarias, la Agencia para la Calidad del Sistema Universitario de Cataluña (**AQU**, <<http://www.aqucatalunya.org>>) ha publicado al principio de 2006 una *Guía de evaluación de los servicios bibliotecarios y su contribución a la calidad del aprendizaje y de la investigación* (bibliografía). En esta guía se detallan los datos cuantitativos y los indicadores elementales que se derivan como, por ejemplo, préstamos por profesor, artículos electrónicos por profesor, revistas vivas en papel por profesor, etc.

³ La consulta de la **mesa** de códigos de material de infraestructura científica del **AGAUR** proporciona una idea de la gran diversidad del tema:
<http://www10.gencat.net/agaur_web/generados/catala/home/recurs/doc/codis_infra.htm>.

2.2.4. Artículos científicos

La publicación de artículos constituye la vía principal y más rápida para difundir los resultados de la **investigación** fundamental, además de anticipar otros documentos que requieren un proceso de elaboración más largo. Por lo tanto, los datos **bibliométriques** sobre artículos científicos son básicos para estudiar la productividad y la calidad de cualquier sistema de R+D+I. De todos modos, la necesidad de comparar los diferentes sistemas nacionales determina que se examinen prioritariamente los artículos publicados en revistas internacionales de reconocido prestigio para la comunidad científica. En este sentido, es una obviedad afirmar que las bases de datos de *Institute for Scientific Information* (actualmente, *ISI Thomson Scientific*) han ocurrido el marco de referencia más aceptado universalmente. Los resultados se acostumbran a agrupar por disciplina o área científica según la *Subject Category Listing* del *Journal Citation Reports* (*JCR*, anexo 3).

Los indicadores primarios de productividad científica de un determinado sistema (anexo 2) se limitan a cuantificar el número de publicaciones en las bases de datos de *ISI Thomson Scientific*, así como a establecer el porcentaje sobre la producción mundial o a combinar estas cifras con el número de investigadores o el gasto nacional en R+D.

"Cono **posterioridad**, se **desarrollaron técnicas más sofisticadas y multidimensionales basadas** en las **citas contenidas** en los **artículos (y más recientemente, también en las patentes)**. Tanto los **índices de citación resultantes como los análisis de cocitación** se **utilizan para obtener unas medidas más precisas de la calidad de la investigación y para hacer un seguimiento del desarrollo de las disciplinas científicas y de las redes**." (OCDE, 2003: 222).

Efectivamente, a partir de las citaciones recibidas o del Factor de Impacto (FIN)⁴ de la revista donde se publica se pueden elaborar informes profundizados sobre la resonancia de los resultados obtenidos por investigadores individuales, equipos, instituciones, países o áreas temáticas. A pesar de eso, es importante tener en cuenta que "la **mención de un artículo en una publicación** ulterior proporciona una **medida de su visibilidad y de su impacto (y no de su calidad, de su importancia o de su utilidad)**." (Callon, 1995: 25).

⁴ El FIN de una revista es la media de **veces** que en un año determinado fueron citados los artículos publicados por esta publicación en los dos años anteriores.

Aparte del FIN, otros indicadores aplicados a las revistas son las *Hot Publications* (publicaciones que generan más citaciones con menos tiempo) y las *Highly Cited Publications* (publicaciones que acumulan más citaciones a lo largo del tiempo).

A menudo los indicadores sobre publicaciones científicas se relacionan con los datos de población o con el número de investigadores. También se estudian atentamente los datos de colaboración entre investigadores para definir redes de conocimiento o para medir el grado de internacionalización de la actividad científica en base a la cooperación con expertos extranjeros. Para una mayor información sobre la producción de artículos científicos, se puede consultar el apartado 2.4.

Finalmente, hay que recordar algunos inconvenientes de la información *bibliométrica* señalados por el *OCDE*:

"La *propensión* a publicar *varía según* los *campos científicos*. La *utilidad* de los indicadores *bibliométricos* se *mayor* en laso *ciencias médicas* y en *ciertas ciencias naturales*. Laso bases de *datos* muestran *sesos* hacia los *artículos escritos en inglés*. (...) Los *métodos bibliométricos* han *sido desarrollados esencialmente* mieda *grupos universitarios* y mieda *consultorías privadas*. Actualmente *no existen directrices* oficiales *internacionales* para la *recopilación* de los *correspondientes datos* ni para su uso *como* indicadores de *ciencia y tecnología*." (*OCDE*, 2003: 222).

2.2.5. Patentes

Existe una relación natural y demostrada empíricamente entre innovación y patentes, las cuales constituyen el máximo exponente de los resultados derivados de la producción tecnológica. En opinión de *Jordi Maluquer*, "las solicitudes de patentes depositadas en las oficinas correspondientes constituyen el indicador más utilizado para evaluar los resultados de la *investigación* aplicada y la explotación económica de las invenciones." (*Maluquer*, 2004: 16).

Una patente es un derecho de propiedad intelectual que protege una nueva invención tecnológica, aplicable industrialmente en un territorio y un periodo de tiempos determinados. Como documento, una patente constituye una abundante fuente de información sobre aspectos bien diversos: "y) laso *características técnicas* (*lista de reivindicaciones*, *clasificación técnica*, *lista* de patentes *citadas*, etc.); ii) historial de la

solicitud⁵ (fecha de prioridad, fecha de publicación, fecha de registro en cada país concernido, fecha de concesión, etc.); y iii) información sobre el inventor (número y dirección de los inventores, dirección de residencia, número de los solicitantes, etc.) "(OCDE, 2003: 219). Así, en base a los datos sobre patentes se pueden elaborar múltiples indicadores sobre producción tecnológica y capacidad innovadora de un sistema de R+D+I. Efectivamente, las patentes permiten "identificar los cambios en la estructura y en la evolución de la actividad inventiva de los países, industrias, empresas y tecnologías." (OCDE, 2003: 219).

Los datos sobre patentes se acostumbran a combinar con la población total o activa, el número de investigadores o el gasto en R+D para obtener indicadores de alcance supranacional (anexo 2). Sin embargo, las patentes presentan considerables dificultades de análisis, las cuales serán tratadas de manera profundizada más adelante (apartado 2.4). Este hecho quizás explica la inexistencia de una metodología unificada a la hora de elaborar indicadores sobre patentes.

2.2.6. Balanza de pagos tecnológicos (BPT)

Según el *Manual de Frascati*, la BPT permite hacer un seguimiento del flujo internacional de bienes sujetos a propiedad industrial.

"Se incluyen las siguientes operaciones: patentes (adquisiciones, ventas); licencias de patentes; *know-how* (no patentado); modelos y diseños; marcas comerciales (incluyendo franquicias); servicios técnicos; financiación de la I+D industrial fuera del territorio nacional. Las siguientes operaciones están excluidas: asistencia comercial, financiera, administrativa y jurídica; publicidad, seguros, transportes; filmación, grabación y materiales sujetos en derechos de autor; diseño y programas informáticos. (...) Los indicadores de la BPT permiten medir la difusión internacional de la tecnología no incorporada, contabilizando todas las transacciones inmateriales relativas en el intercambio de conocimientos técnicos y de servicios como contenido tecnológico, entre socios de diferentes países." (OCDE, 2003: 220-221).

Desgraciadamente, los datos disponibles son frecuentemente demasiados generales o no se ajustan al concepto definido de BPT. Además, la globalización económica y las transacciones dentro de empresas multinacionales dificultan los estudios esmerados. De

⁵ Hay que distinguir diversas etapas en la tramitación de una patente: la solicitud, la publicación de solicitud y, finalmente, la concesión que permite la explotación económica.

todos modos, el OCDE elabora algunos indicadores interesantes de BPT (anexo 2, apartado f) relacionados con la recepción o pago de tecnología, y con el porcentaje que este concepto supone en el PIB.

2.2.7. Productos e industrias de alta tecnología

Este grupo de indicadores pretende estudiar actividades, productos y servicios con la finalidad de determinar la competitividad tecnológica de un sistema de R+D+I a escala internacional. En la práctica se desarrollan indicadores para medir los recursos invertidos en R+D+I o las exportaciones derivadas de los sectores de alta tecnología (anexo 2).

"En última instancia, la posición relativa de una economía en cuanto a competitividad y a internacionalización, se concreta en el comercio de exportación, que se constituye, por eso mismo, en la mejor síntesis de la capacidad de innovar. (...) La medida de las exportaciones de mercancías constituye un índice muy definidor de las potencialidades reales de los países." (Maluquer, 2004: 17).

En el campo de los sectores tecnológicos, el OCDE ha desarrollado dos clasificaciones basadas en ramas de actividad y en productos. Con respecto a la primera clasificación, el *Manual de Frascati* comenta los criterios establecidos por el OCDE:

"Las industrias manufactureras se dividen en cuatro grupos según la intensidad tecnológica: 'alta', 'medio-alta', 'medio-baja' o 'baja' tecnología. Hasta finales de los años 90 se utilizaba generalmente una clasificación tecnológica empleando la Clasificación Internacional de la Industria (ISIC, Rev. 2), basada en la evaluación del ranking de tres indicadores (...): i) gastos en I+D divididos por el valor añadido; ii) gastos en I+D divididos por la producción; y iii) gastos en I+D más tecnología incorporada en productos intermedios y bienes de inversión, divididos por la producción. Desde la adopción por la OCDE de la ISIC Rev. 3 (...) sólo se consideran los dos primeros indicadores mencionados." (OCDE, 2003: 223).

Con respecto a la clasificación tecnológica según productos, el OCDE afirma:

"Un enfoque por producto presenta la ventaja de permitir una identificación y análisis más detallado (...). En colaboración con Eurostat, la OCDE utilizó datos detallados de I+D para cada grupo de productos a fin de elaborar una relación de productos de alta tecnología y una base de datos vinculada, basada en las clases de la ISIC Rev. 3, en un nivel de detalle de 5 dígitos." (OCDE, 2003: 223).

2.2.8. Innovación

El grupo de indicadores de innovación (anexo 2) tienen la finalidad de generar información cuantitativa y cualitativa sobre los aspectos relacionados con la mejora de productos y procesos. Generalmente, la información se obtiene mediante encuestas periódicas dirigidas a empresas, como es el caso del *Encuesta sobre innovación tecnológica en las empresas* impulsada por el Instituto Nacional de Estadística (INE, <<http://www.ine.es>>). Según el OCDE, estas encuestas presentan obstáculos considerables a tener en cuenta:

"Problemas de calidad como consecuencia de unos porcentajes de respuesta insuficientes, en los casos de encuestas de carácter voluntario, así como miedo la diferente comprensión del concepto de innovación en las empresas. La naturaleza *ad hoc* de las encuestas nacionales no es satisfactoria para los usuarios de las mismas y, en numerosos países, las encuestas de innovación proporcionan una información sobre la I+D que no es consistente con la información obtenida en las encuestas de I+D." (OCDE, 2003: 226).

El Instituto de Estadística de Cataluña (IDESCAT, <<http://www.idescat.net>>) define una empresa innovadora como aquella que "ha llevado a cabo alguna innovación tecnológica en los últimos tres años", la cual se puede aplicar a productos o a procesos. También sería interesante complementar los indicadores de innovación con información contrastada sobre la transferencia de R+D+I entre empresas o entre universidades y empresas; la generación de empresas derivadas (*Spin-offs*) en centros públicos de investigación; o, por último, la "calidad del marco regulador del mercado de productos, del mercado de trabajo, del sistema educativo, del sistema financiero, de las regulaciones que afectan a la facilidad para la creación y salida de empresas." (Busom, 2004: 15).

2.2.9. Estadísticas sobre el sector y la utilización de las TIC

Algunas estadísticas de R+D+I (anexo 2, apartados de y f) se complementan con datos sobre la sociedad de la información, los cuales tienen variadas aplicaciones:

"Permiten medir la contribución de las industrias productoras de TIC a la actividad económica (miedo ejemplo, valor añadido, empleo, I+D, innovación, contribución en la balanza de pagos miedo tecnología). Los indicadores de acceso y utilización de

laso **TIC** ayudan a determinar en qué grado los estados "están preparados" para adoptar nuevas tecnologías y el porcentaje de difusión de las mismas entre la totalidad de los agentes económicos (empresas, familias, individuos, gobiernos). Los indicadores de transacciones de comercio electrónico se basan en definiciones comunes de la OCDE y permiten medir la importancia relativa de las compras y ventas on-line y su distribución conforme al tipo de cliente y asignación geográfica." (OCDE, 2003: 228).

En Cataluña, la Fundación Observatorio para la Sociedad de la Información en Cataluña (FOBSIC, <<http://www.fobsic.net>>) se encarga de recopilar e investigar esmeradamente este tipo de información, donde también se incluye el gasto en R+D en el área de las TIC.

2.3. SISTEMAS DE CLASIFICACIÓN

Una vez se ha definido el ámbito teórico del presente estudio y los indicadores más habituales, hay que afrontar la cuestión de las clasificaciones, las cuales facilitan un marco de referencia por analizar la información desde diversos punto de vista. Un asunto esencial consiste al utilizar taxonomías estandarizadas porque facilitan la comparación de los datos. En este sentido, el OCDE comenta que "las encuestas nacionales que facilitan datos de I+D razonablemente precisos y que responden en la necesidades de los usuarios pueden no ser comparables en el ámbito internacional. Ello puede deberse, sencillamente, a que las definiciones o las clasificaciones nacionales difieran de las normas internacionales." (OCDE, 2003: 24-25).

El estudio de la R+D+I puede seguir esencialmente dos criterios de clasificación diferentes: institucional o funcional. Sin embargo, "con frecuencia se demandan datos de I+D en un área prioritaria específica, que desborda las clasificaciones estándar institucionales y funcionales. Para satisfacer esta demanda, generalmente hay que reconstituir estos datos procediendo en extracciones o tabulaciones especiales." (OCDE, 2003: 26). Éste puede ser el caso de la sanidad, las TIC, las nuevas energías, la biotecnología o la distribución regional de las actividades de R+D+I.

2.3.1. Clasificación institucional

El criterio institucional se basa en la actividad principal de las organizaciones que financian o ejecutan la investigación. Este criterio "facilita las encuestas y las comparaciones de datos de I+D como lo resto de datos económicos. El inconveniente principal es que no describe exactamente las actividades de I+D de la unidad, que pueden no siempre estar directamente relacionadas con su actividad 'oficial'." (OCDE, 2003: 23).

La clasificación institucional más destacada divide las organizaciones en cinco grandes sectores, los cuales a la vez se pueden segmentar en diversos apartados:

- *Empresas*: los datos se agrupan frecuentemente según las dimensiones de la organización (empresas pequeñas, medias o grandes). Si es necesario desagregar

más la información, el **OCDE** recomienda utilizar la Clasificación **ISIC** (anexo 3) para facilitar las comparaciones internacionales¹.

- *Administración pública*: el nivel de gobierno (central, federal, provincial, local, etc.) es el criterio de subdivisión más habitual. En este sector también se incluyen los Organismos Públicos de Investigación (OPIO).
- **IPSFL**: según el *Manual de Frascati*, este sector agrupa instituciones al servicio del público y de los particulares que ofrecen servicios gratuitamente o a precios sin competencia en el mercado. La financiación de las **IPSFL** proviene de tasas, cotizaciones o donaciones de los miembros o patrocinadores y de subvenciones públicas y privadas. El sector engloba asociaciones profesionales y de consumidores, sociedades culturales, organizaciones caritativas, sindicatos, etc. Evidentemente, se trata del sector institucional con un menor peso específico y la **UNESCO** aconseja clasificarlo en seis grandes áreas científicas y tecnológicas: Ciencias naturales; Ingeniería y tecnología; Ciencias médicas; Ciencias agrícolas; Ciencias sociales; y, por último Humanidades.
- *Enseñanza superior*: a partir de la actividad principal, las unidades universitarias se pueden clasificar en:
 - Unidades de enseñanza públicas o privadas (por ejemplo, las facultades).
 - Institutos o centros de **investigación**.
 - Clínicas, centros sanitarios y hospitales universitarios.
 - Otras unidades (por ejemplo, los parques científicos).
- *Extranjero*: según el **OCDE**, el sector agrupa "todas laso **instituciones e individuos situados fuera** de laso **fronteros políticas** de un país (**excepto vehículos, buques, aeronaves y satélites espaciales utilizados** miedos **instituciones nacionales y los terrenos de ensayo adquiridos** miedos **estas instituciones**); todas laso **organizaciones internacionales (excepto empresas)** cuyas instalaciones y actividades están dentro de laso **fronteras** de un país." (**OCDE**, 2003: 76).

¹ La División Estadística de las Naciones Unidas ha elaborado una **mesa** de correspondencias de **ISIC** (<<http://unstats.un.org/unsd/cr/registry/regso.asp?Ci=27&Lg=1>>) con la Clasificación de Actividades Económicas de la Comunidad Europea (**NACE**, anexo 3).

2.3.2. Distribución funcional

El criterio **para** funciones ofrece un nivel de detalle más profundizado porque describe la naturaleza específica de los programas y actividades de R+D a las organizaciones estudiadas. Por eso, "en **muchos** casos, las **estadísticas** de I+D distribuidas pueden clasificarse en la **vez** dentro de la **institución**. Así, dentro de **ejemplo**, en la **clasificación** dentro de **sectores y subsectores** de las **actividades** de I+D casi **siempre** se añade una **distribución** funcional." (OCDE, 2003: 80).

La flexibilidad de la distribución funcional queda reflejada en el amplio abanico de posibilidades de clasificación:

- *Tipo de R+D*: resulta difícil de aplicar porque la apreciación es bastante subjetiva:
 - Investigación básica.
 - Investigación aplicada.
 - Desarrollo experimental.
- *Grupos de productos*: este criterio queda restringido al sector empresarial. Concretamente, el OCDE aconseja usar la Clasificación **ISIC** (anexo 3) para la información de producción industrial, mientras que los datos comerciales se pueden agrupar según el *Standard International Trade Classification* (**SITC**, anexo 3).
- *Disciplinas científicas*: se recomienda este tipo de clasificación en los sectores de la enseñanza superior, administración pública y **IPSFL**. A pesar de sus limitaciones y carencias, las taxonomías más utilizadas en Cataluña son las **Áreas de conocimiento** del MEC y la *Nomenclatura Internacional para los Campos de Ciencia y Tecnología* de la UNESCO (anexo 3).
- *Objetivos socioeconómicos*: en concreto, este elemento "se **refiere** en el **análisis** funcional de los **principales objetivos socioeconómicos** de la I+D interna, tal **como figuran** en la **información** retrospectiva facilitada dentro del **ejecutor** de I+D. No **debe confundirse** este **enfoque** con el **análisis** dentro de **objetivos socioeconómicos** de la **financiación** pública de la I+D. (...) Se aplica **más fácilmente** en el sector **Administración** y en el de las **instituciones privadas** sin fines de lucro." (OCDE, 2003: 91). El *Manual de Frascati* recomienda un

esfuerzo por recoger los datos de los **ejecutores**, sobre todo en dos áreas: Defensa y Control y protección del medio ambiente.

En relación al tema apuntado en el párrafo anterior, la forma más precisa de medir la financiación pública en R+D+I son las encuestas dirigidas a las unidades **ejecutoras**, pero este método resulta extremadamente lento y complejo. El **OCDE** comenta otra solución:

"Miedo **consiguiente**, se ha **desarrollado** un **segundo método basado** en los **presupuestos**, que (...) **consiste** al identificar **todas** laso **partidas presupuestarias** que implican I+D y medir o calcular **su contenido** de I+D en **términos** de **financiación**. **Estas estimaciones** **sueño** **menos precisas** que los **datos** que se **basan** en **informaciones** de los **ejecutores** **pero**, en el estar **extraídas** de los **presupuestos**, **permiten enlazar** como la política científica **miedo** **medio** de **clasificaciones** **miedo** '**objetivos**' o '**finalidades**'.(OCDE, 2003: 150).

Según los objetivos socioeconómicos, la información de los financiadores se organiza a partir la clasificación **NABS** (anexo 3) de **Eurostat**. A pesar de eso, es importante recalcar como los usuarios observan a menudo que las previsiones o créditos no acostumbran a cuadro con los gastos ejecutados. El **OCDE** considera que "laso **variaciones** en laso **sumas indicadas** se **deben** en **diferencias** en la forma de especificar los **datos**." (OCDE, 2003: 163). Para más información, se pueden consultar los comentarios de los técnicos del **DURSI** (apartado 4.4.1).

2.4. DOCUMENTACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA

El presente apartado afronta el tema de la documentación científica y tecnológica desde diversas perspectivas. En primer lugar, se define el concepto y se revisan las principales características y tipologías. A continuación, se trata el ciclo de producción y las vías para examinar la documentación científica y tecnológica. Para acabar, se estudian algunas de las categorías más significativas, con especial incidencia en los artículos científicos y las patentes.

2.4.1. Características y tipología

"La **noción clave** en **este proceso** se la de **resultado científico**, que se el **punto** entre el **proceso** y el **producto**, entre lo individual y lo **colectivo**, entre lo **dinámico** y lo **acabado**. Los **resultados científicos** se **cristalizan precisamente** en los **documentos científicos**, que sueñan los que se **configuran dentro** de una **red** previa de **documentos** y **según unas normas impuestas** **miedo** la **práctica** científica (sobre la que se sustenta la **comunidad** científica)." (Lancaster, 2001: 40).

A partir de las realizaciones de R+D+I derivan nuevos conocimientos, los cuales son presentados a través de documentos públicos y estandarizados con la finalidad de obtener el aval y el reconocimiento de la comunidad científica. Por lo tanto, el documento científico tiene que responder a unas determinadas formalidades en su estructura y contenido. En este sentido, **María** Pinto afirma que "se el sosten de la **información** científica **gracias** en su doble **función** de **contenedor** y de difusor de los **resultados** de la **investigación**. (...) **Poseen** estos **documentos** **unas cualidades** que nos **permiten distinguirlos** de los **demás** (...) **miedo** la manera de estructurar **su contenido**." (Lancaster, 2001: 42). Efectivamente, todos los documentos científicos se distinguen del resto **por** una serie de **rasgos** definitorios:

- *Accesibilidad*: como contribución al **avance** colectivo de la **investigación**, el documento tiene que ser **consultable** **para** los científicos interesados, aunque puede presentar de algunas restricciones de acceso. En opinión de **Bruno Maltrás**, "la **publicidad** (...) se un **rasgo esencial** del **propio modo** de **producción** de **conocimientos científicos**. **Esto** significa que **entenderemos** en la **ciencia** como un **verdadero** sistema **colectivo** de **producción** de **conocimientos**." (Lancaster, 2001: 21).

- *Certificación*: el documento es debatido, evaluado y, si es el caso, reconocido por la crítica rigurosa de la comunidad científica. Bruno Maltrás afirma que "la *revisión* *miedo* los *paras* [*Peer Review*] *se* el *sistema* *empleado* *miedo* la *comunidad* científica para *establecer* un control sobre el *flujo* de *información* que se publica en los *canales* oficiales. (...) La *realizan* investigadoras (que *sueño* los *paras* o *iguales*) en los que el editor de la revista *confía* como *competentes* en la *materia*. Caracterizamos este proceso mediante los *siguientes* tres *conceptos*: *paridad*, *pluralidad* y *anonimato*." (Lancaster, 2001: 34). En efecto, los comités de redacción de las revistas científicas más prestigiosas tienen que disponer de científicos expertos que evalúan la posible publicación de los artículos recibidos.
- *Cientificitat*: es necesario que el documento ofrezca las garantías del método científico y que permita comprobar y verificar el origen de la información aportada.
- *Pericia*: se dirige a investigadores expertos en la materia y, por lo tanto, presupone una gran cantidad de información, acumulada en los documentos científicos precedentes.
- *Especialización*: utiliza una terminología específica y la expresión tiene que ser clara y sencilla.
- *Estructuración*: según María Pinto, el documento científico "posee una estructura *esquemática* peculiar y característica, una *variante* especial de las *estructuras argumentativas* en la que *encontramos* cuatro grandes apartados en el desarrollo del discurso: *objetivos*, *métodos*, *resultados* y *conclusiones* (O M R C), *aunque conviene decir* que no *todas* estas categorías estructurales tienen *miedo* *qué* figurar en *todos* los textos científicos." (Lancaster, 2001: 43).
- *Objetividad*: este tipo de documentación se afirma en la realidad observable y diferencia claramente los datos reales de las interpretaciones personales.
- *Relevancia*: informa de conocimientos nuevos y útiles en relación al saber establecido y, por lo tanto, opera un cambio en la mentalidad del receptor.

En los últimos tiempos se ha producido un cambio de paradigma en la documentación científica debido a la vertiginosa velocidad de la investigación contemporánea en casi todos los campos del saber. Ahora se da prioridad a la transmisión rápida y eficaz de los

resultados científicos en artículos de revista o en comunicaciones de congresos. En este sentido, Arturo Martín Vega comenta que "tradicionalmente la unidad documental mieda excelencia en la investigación fue el libro de carácter monográfico, posteriormente lo han sido las publicaciones seriadas, y en la actualidad se tiende a considerar el artículo de las publicaciones seriadas." (Martín, 1995: 50). También hay que recordar el enorme impacto en la producción y difusión del conocimiento científico que han supuesto las TIC y el movimiento orientado al acceso abierto (*Open Access*) de los documentos.

Actualmente, la actividad de R+D+I genera una tipología documental muy diversa, de la cual se pueden seleccionar algunas de las categorías más destacadas:

- Libros y capítulos.
- Artículos de revista.
- Contribuciones a congresos.
- Tesis doctorales.
- Trabajos de investigación de doctorado.
- Patentes.
- Revisiones (*Research Reviews*).
- Documentos de trabajo (*Working Papeles*).
- Informes de investigación y de trabajo.
- Notes.
- Normas y reglamentos.

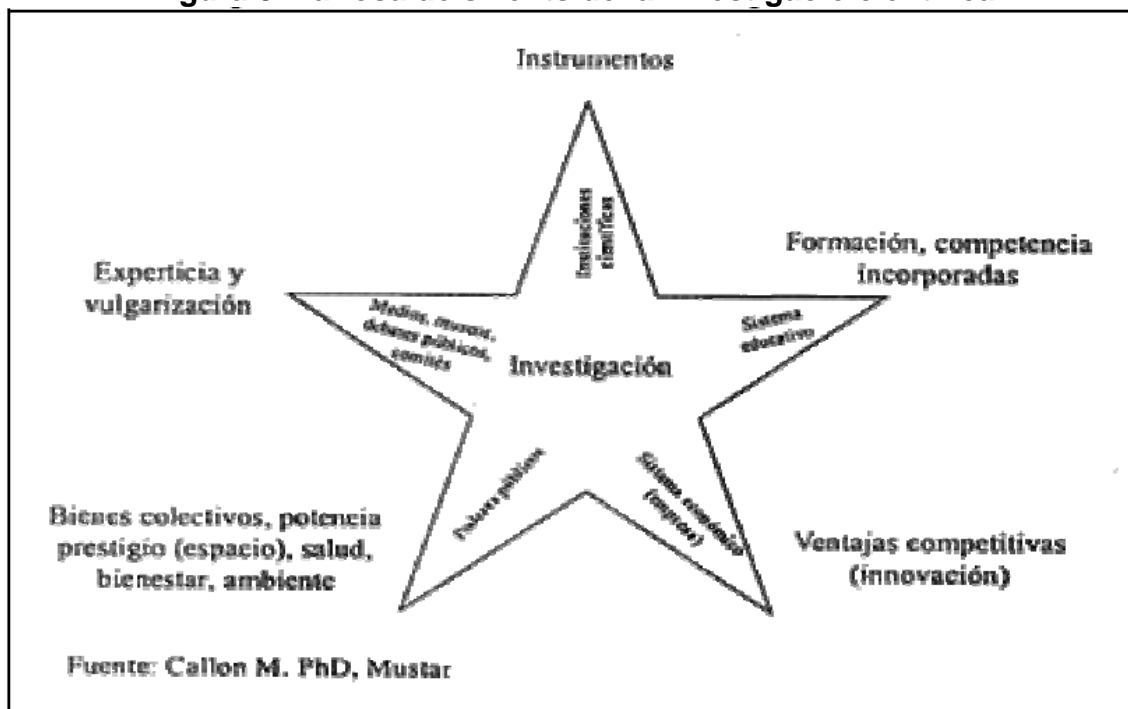
Además, todos estos documentos se difunden en apoyos muy heterogéneos, en diferentes versiones (nota, resumen, borrador, documento pendiente de publicación, documento ya editado, etc.) y con múltiples niveles de consulta (abierto o de pago, pública o restringida, total o parcial, etc.).

2.4.2. Ciclo de producción y estudio

Según la opinión defendida por los investigadores franceses Callon, Courtial y Penan, a la hora de estudiar la documentación científica, en primer lugar hay que examinar el

papel de los documentos en la actividad investigadora, la cual se desarrolla primordialmente en cinco dimensiones: es la 'rosa de los vientos' de la investigación científica (figura 3).

Figura 3. La rosa dels vents de la investigació científica



Font: Callon (1995)

A cada una de estas dimensiones le corresponden documentos diferentes:

- *Comunidad científica*: tiene que certificar la calidad de los conocimientos producidos. "La **competencia** estimula la **producción** de **conocimientos y gracias** a ella se **pone** en **prueba su validez: sólo sobreviven y se difunden aquellos resultados** que han **resistido** la crítica **colectiva**. **Esta investigación se generalmente calificada como académica.**" (Callon, 1995: 15). En el ámbito documental se generan artículos, libros, tesis, comunicaciones, etc.
- *Mercado*: después de evaluar la rentabilidad económica, la investigación puede generar innovaciones (nuevos productos o procesos), los cuales aumentan la competitividad empresarial. Esta dimensión implica la aparición de patentes, notas técnicas, catálogos de productos, etc.
- *Políticas públicas*: la investigación puede contribuir al interés general (poder político y económico, prestigio, salud, bienestar social, etc.) y, por lo tanto, queda bajo la tutela de la administración pública. Aquí "el **mecanismo de regulación** no se ni el **aumento de conocimientos como** tal ni la **creación de ventajas competitivas, sino algo más cualitativo.**" (Callon, 1995: 16). Se generan documentos como las solicitudes de subvenciones, *currículum vitae* (CV), informes, memorias justificativas, etc.
- *Sistema de enseñanza*: el conocimiento científico y tecnológico se transforma en competencias transmitidas a los estudiantes y trabajadores para una aplicación posterior. Por lo tanto, una utilidad esencial de la investigación es contribuir a la formación de las personas, con la elaboración de manuales, apuntes, etc.
- *Medios de comunicación social*: el avance científico exige un entorno social receptivo y al cual interesa la investigación, a partir de actividades como la divulgación (libros de difusión) y el peritaje (normas de seguridad, reglamentos, etc.).

Una **vez** tratadas la definición, características y tipologías, así como la relación con la actividad investigadora, hay que mencionar brevemente algunas vías de análisis de la documentación científica y tecnológica. La aproximación del presente trabajo quiere superar el concepto más restrictivo de la *bibliometría*, entendimiento como simple cálculo numérico derivado del estudio de unas determinadas tipologías de documentos científicos.

Desde una perspectiva amplia que tenga en cuenta el ciclo global de R+D+I, destaca la revista internacional *Scientometrics*, pionera en el área ya que se publica desde 1978. Sin embargo, como punto de partida se pueden estudiar las aportaciones de **Callon**, **Courtial** y **Penan**. Estos investigadores franceses definen la *cienciometría* como el examen cuantitativo de la investigación científica y tecnológica, es decir, los recursos, resultados y formas de organización implicados en la creación de conocimiento. Según ellos, hay que estudiar científicamente la investigación para impulsarla, aplicando rigurosamente el método científico:

"En lo **esencial**, los empollones de la **cienciometría** **comparten** tres **convicciones** inamovibles que **garantizan** la **coherencia necesaria** en **esta** disciplina. La primera se que el estudio de laso **ciencias** y de laso **técnicas** **pasa necesariamente** miedo el **análisis sistemático** de laso **producciones 'literarias'** de los investigadores (...). La **segunda** se que los **estudios cuantitativos**, **siempre** que no **constituyan** un **fin** en sí, **enriquecen** la **comprensión** y la **descripción** de la **dinámica** de laso **tecnociencias**. La tercera se la **prioridad** absoluta y case **obsesiva** que **conceden** en la **concepción** de **instrumentos sólidos y fiables**." (Callon, 1995: 12).

El investigador mejicano **Salvador Gorbea** también se ha preocupado de estudiar la aplicación de las técnicas matemáticas y estadísticas al análisis e la ciencia y del conocimiento que se deriva. El propósito de **Gorbea** coincide con **Callon**, **Courtial** y **Penan** en la pretensión de contribuir al avance científico y tecnológico, impulsando la eficiencia del sistema y colaborando en la toma de decisiones en el ámbito de la política científica. De todos modos, a pesar de la proliferación de bases de datos y de modelos de cálculo, **Gorbea** reconoce que la disciplina *cienciométrica* no dispone todavía de **cimientos** teóricos lo bastante asentados.

"El **crecimiento acelerado** de la literatura científica (...) ha **propiciado** el interes miedo **conocer** el **comportamiento** de **sus regularidades cuantitativas**, **como** una forma fiable de **obtener información** útil para la coge de **decisiones** en **materia** científica y de **información**. (...) El **desarrollo** alcanzado en este frente de **investigación** se **debe**, en **parte**, en la **proliferación** y **disponibilidad** de **fuentes** y **recursos** de **información secundarios** en **formatos digitales**. (...) **Completan** este panorama el **surgimiento** y la **aplicación** de una **muy** variada **gama** de **indicadoras**, **métodos** y **modelos matemáticos** y **estadísticos** (...). Además, en otro sentido, [hay] la **necesidad** de **evaluar** la **actividad** científica de **países** e **instituciones** para **introducir** los **resultados** en la **gestión** de la política científica. Sin embargo, (...), laso **bases teóricas** que **sustentan** este tipo de estudio **aún** no **están** del **todo resueltas**." (Gorbea, 2003: 19).

El volumen de producción científica actual es inmenso e inestable. Evidentemente se necesita disponer de técnicas cuantitativas de análisis, las cuales se han centrado

principalmente en los documentos producidos por la investigación académica y por las innovaciones industriales. Los motivos de esta restricción en el examen son diversos: facilidad de acceso de los documentos; alto nivel de codificación, que facilita el tratamiento; proximidad a los procesos de elaboración de nuevo conocimiento, etc. sin embargo, Callon, Courtial y Penan insisten en que "esto no debe hacernos olvidar en modo alguno que otros documentos merecerían ser analizados y que, de la misma forma que lo hacemos con la producción literaria, convendría ocuparse del personal, de los instrumentos y dispositivos técnicos, así como de los recursos financieros y de su flujo." (Callon, 1995: 18).

Según el objeto de estudio, Callon, Courtial y Penan distinguen dos categorías de análisis *cienciomètrics*:

- Actividad: se examina el volumen y el impacto de la R+D+I en base a la premisa de que las disciplinas, temáticas de que e instituciones de que están perfectamente identificadas. Este análisis se asienta sobre el esquema clásico de recursos y resultados.
- Relación: se analizan los enlaces, dinámicas, interacciones y colaboraciones entre investigadores, campos y sectores, los cuales no están delimitados previamente.

El primer enfoque resulta parcial para que "la investigación científica extrae su eficacia y su fecundidad de los lazos imprevisibles y múltiples que teje en su seno entre especialidades y campos cuyas fronteras fluctúan permanentemente". (Callon, 1995: 42). Efectivamente, la *interdisciplinarietat* constituye un elemento capital de la ciencia contemporánea, la cual siempre se mueve a la investigación cooperativa del nuevo conocimiento. Con respecto a la segunda vía de análisis, se consideran sobre todo los programas y actividades desarrollados por los agentes. "Este modelo privilegia el análisis de las relaciones entre científicos y tecnólogos, así como la identificación de los temas de investigación y el estudio de sus transformaciones." (Callon, 1995: 42).

Finalmente, Callon, Courtial y Penan recomiendan prudencia en determinados aspectos, ya que los instrumentos de trabajo de la *cienciometria* presentan importantes limitaciones:

"Los documentos, que sueñan los materiales privilegiados del análisis cuantitativo, no constituyen más que una pequeña fracción de la actividad investigadora. (...) El usuario debe conocer bien las características y los límites de las bases de datos que utiliza, puesto que de ellas depende el alcance, la calidad y la pertinencia de los resultados. (...) Los resultados de la cuantimetría no conducen mecánicamente en la adopción de determinadas decisiones. Vienen a completar los conocimientos de los expertos y permiten igualmente a no especialistas (...) hacerse una representación de la ciencia y la técnica." (Callon, 1995: 107-108).

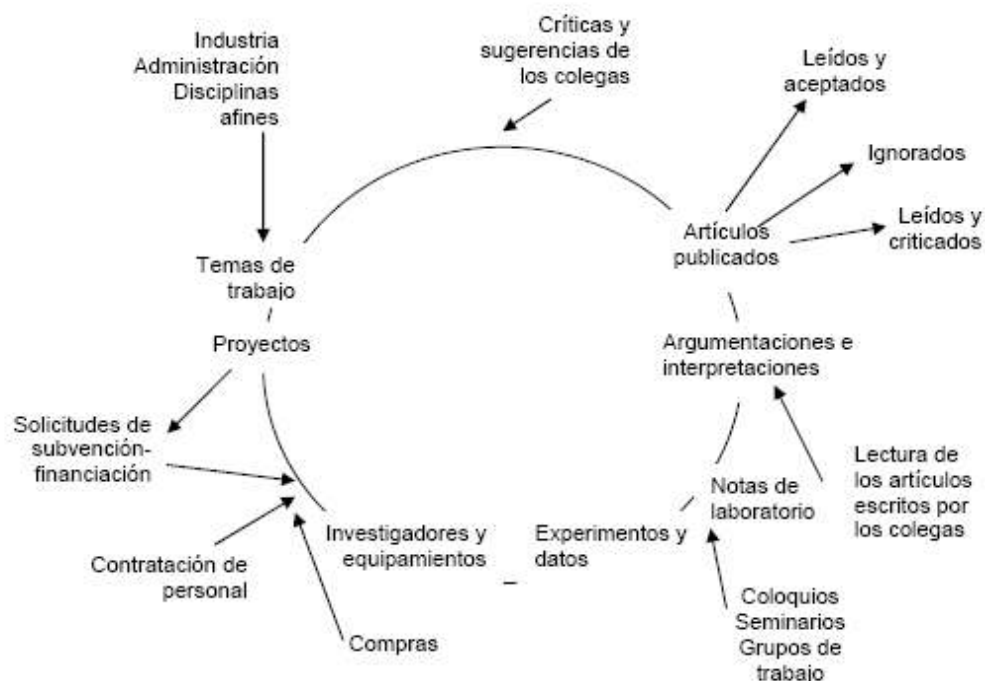
2.4.3. Artículos científicos

Como ya se ha indicado más arriba (apartado 2.2.4), una tarea básica de los investigadores es la lectura y redacción de documentos certificados, sobre todo artículos de revista. La solidez del conocimiento producido tiene que ser avalada por el debate y la crítica de la comunidad científica. En el fondo, se trata de una actividad colectiva, permanente y global, dotada de un ciclo de construcción de nuevos conocimientos, el cual fue conceptualizado por Callon, Courtial y Penan (figura 4) a partir de las siguientes etapas:

- *Producir e interpretar datos*: los temas de estudio pueden ser planteados por los propios investigadores en base a aportaciones precedentes o para agentes externos (áreas de investigación próximas, administración pública, empresas, etc.). Para obtener respuestas a estos interrogantes, se plantean experimentos, donde se movilizan equipamientos, personal y financiación. Una vez se han obtenido los datos, hay que afrontar el difícil problema de la interpretación.
- *Publicar*: hay que identificar las revistas más apropiadas y prestigiosas. A menudo el proyecto de artículo recibe comentarios y propuestas de modificación por parte de los editores o expertos revisores. Una vez se ha publicado el artículo, sólo si leído y aceptado, el investigador se puede plantear nuevas cuestiones de investigación.
- *Interactuar*: desde el inicio, el ciclo se alimenta de aportaciones externas: solicitudes de financiación externa, contratación de personal, lectura de trabajos precedentes, presentación a los comités de redacción de las revistas, etc.
- *Ser reconocido*: la credibilidad de un investigador aumenta si publica artículos reconocidos por sus colegas. Así, la certificación colectiva permite aumentar el conocimiento a disposición de la comunidad y generar de nuevo. El

reconocimiento facilita la atracción de recursos económicos, humanos y materiales.

Figura 4. El ciclo de producción de los conocimientos certificados



Font: Callon (1995)

Desgraciadamente, no existe una metodología única para medir y analizar la cantidad y calidad de los resultados obtenidos en forma de artículos científicos. Además, hay que tener en cuenta la influencia de los rasgos diferenciales de cada sistema de R+D+I. Por ejemplo, en Cataluña los datos de producción científica por investigador son elevados, hecho provocado, entre otros factores, por el predominio de la investigación básica, en detrimento de la aplicada. También es bastante conocido el renombre 'Paradoja europeo', es decir, la escasa conversión de los resultados científicos en beneficios socioeconómicos a la zona europea.

A continuación se mencionan algunos programas, centros, institutos y grupos de investigación que impulsan y/o elaboran estudios bibliométricos sobre la producción científica española y catalana, sobre todo a partir de las bases de datos de ISI Thomson Scientific:

- Programa de Estudios y Análisis del Ministerio de Educación y Ciencia (<http://www.centrorecursos.com/mec/ayudas>).
- Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT, <http://www.fecyt.es>).
- Centro de Información y Documentación Científica (CINDOC, CSIC, <http://www.cindoc.csic.es/^principal1.html>).
- Instituto de Salud Carlos III (ISCIII, <http://www.isciii.es>).
- Instituto de Historia de la Ciencia y Documentación López Piñero (IHCD, CSIC - Universidad de Valencia, <http://www.uv.es/IHCD>).
- SCImago Research Group (Universidad de Granada -UGR-, <http://www.atlasofscience.net>).
- Grupo de Investigación en Bibliometría y Evaluación en Ciencia (UMBRÍA, UPF-Parc de Investigación Biomédica de Barcelona, <http://www.prbb.org/BAC/default.htm>).
- Plataforma de Integración de Estudios métricos y Estadísticos de información (π -EmEi, UB, <http://bidoc.ub.es/pub/emei/recerca.htm>).

2.4.4. Patentes

Todo proceso de innovación tecnológica genera gran cantidad de documentos pero, excepto en el caso de las patentes, la mayoría son confidenciales o de difícil acceso. La patente es un documento público donde se describen las características técnicas de productos o procesos industriales, los cuales quedan protegidos por un periodo de tiempo en un ámbito geográfico determinado. Se combinan las dimensiones de protección legal y de transmisión pública, ya que se salvaguarda legalmente el derecho de explotación a cambio de favorecer el progreso tecnológico. En el ámbito internacional, la máxima responsabilidad sobre patentes recae en la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI, <<http://www.wipo.int>>).

Como fuente de información, las patentes proporcionan datos sustanciales sobre las invenciones y las transformaciones en las capacidades tecnológicas (apartado 2.2.5). También dan información sobre los inventores y los organismos solicitantes (empresas, centros de investigación, particulares, etc.), las fechas de solicitud y de publicación, las referencias a otras patentes precedentes y el código de clasificación. Existe una Clasificación Internacional de Patentes (CIP, anexo 3), aunque algunas oficinas disponen de taxonomías propias. A partir del código, las oficinas y centros de estudios pueden elaborar una gran variedad de estudios y agrupaciones temáticas.

Sin embargo, las patentes sólo reflejan una parte de las realizaciones tecnológicas, ya que no siempre se solicitan debido a diversas razones: temas de confidencialidad, dimensiones de la empresa (los costes pueden ser elevados), cambios acelerados en las tecnologías a patentar, etc. Según Callon, Courtial y Penan, otro aspecto a tener en cuenta es que la patente "describe la invención y no la innovación, ya que esta última supone una comercialización como éxito. Puede ocurrir muy bien que en una patente determinada no le corresponda nunca un producto o un proceso de fabricación utilizado o difundido. Además, ciertas marcas comerciales registran patentes que su verdaderos señuelos (...) y que disimulan invenciones más estratégicas." (Callon, 1995: 29).

Los técnicos de la oficina donde se solicita la patente examinan sobre todo la originalidad del invento y la posibilidad de reproducirlo a partir de la información proporcionada en el documento. En este sentido, existen diferencias de criterio

significativas entre oficinas a la hora de valorar las propuestas y disparidades destacadas entre los diversos sistemas legales nacionales e internacionales. También pueden variar fuerza los periodos de tiempo entre la solicitud, la publicación de ésta y la concesión. Así, el OCDE o la UE recomiendan utilizar datos sobre solicitudes, ya que puede pasar un periodo considerable hasta la concesión. En cambio, la *United States Patente and Trademark Office* (USPTO, <<http://www.uspto.gov>>) sólo proporciona información a partir de las concesiones.

Además, el OCDE remarca otras dificultades para los análisis y comparaciones de patentes a diversos niveles:

- Muchos inventos son protegidos mediante procedimientos alternativos (modelos de utilidad, derechos de autor, secretos industriales, etc.).
- Existen culturas divergentes entre países o sectores industriales a la hora de decidir patentar una invención o dejar de hacerlo.
- Las patentes tienen un valor heterogéneo ya que muchas no presentan una aplicación industrial clara, a diferencia de una minoría que puede alcanzar cotizaciones elevadas.

Además, el recuento simple de las solicitudes registradas en una oficina de la propiedad intelectual siempre favorecen las patentes del propio territorio¹. Por esta razón, algunos organismos internacionales han desarrollado indicadores más complejos, aunque siguen presentando inconvenientes. Así, el OCDE trabaja con *familias de patentes* (anexo 2), un nuevo tipo de indicador que se puede definir como el "conjunto de patentes obtenidas en varios países para proteger una única invención (que se caracteriza desde una primera solicitud de protección en un país -llamada solicitud de prioridad- que se extiende posteriormente en otras oficinas de patentes)." (OCDE, 2003: 219). De forma paralela, la Comisión Europea usa las *patentes triádicas* (anexo 2), es decir, un indicador que refleja aquellas invenciones que están protegidas en las tres principales oficinas:

- *European Patent Office* (EPO, <<http://www.european-patent-office.org>>).
- *Japan Patent Office* (JPO, <<http://www.jpo.go.jp>>).

¹ Cuando una patente ha sido desarrollada por inventores de diversos países, Eurostat divide la patente por el número de inventores y agrupa los decimales por nacionalidades, con la finalidad de evitar datos multiplicados.

- *USPTO*.

En relación en la producción de patentes en España y en Cataluña, hay que mencionar los siguientes organismos, los cuales recogen y, en algunos casos, analizan este tipo de documentos:

- Centro de Patentes **UB** (<<http://www.ub.es/div3/serveis/d3serv23.htm>>).
- **Oficina Española de Patentes y Marcas** (OEPM, <<http://www.oepm.es>>).
- **CINDOC**.
- *Eurostat*.

2.4.5. Tesis doctorales

Una tesis doctoral es el fruto de la tarea de **investigación** de un investigador en formación y acostumbra a ir precedida de una tesina o trabajo de investigación previo. Las tesis dan a un **testigo** fiel de las nuevas vías de investigación abiertas ya que tiene que ser trabajos originales en su área de **investigación**. Además, tienen que estar aprobadas por una universidad con la finalidad de obtener el grado de doctor. Según el economista **Jordi Maluquer de Motes**, "el número de tesis doctorales constituye un indicador del potencial de formación de un determinado sistema de ciencia y tecnología y también de la producción científica propia, ya que estos trabajos dan lugar, posteriormente, a un volumen importante de artículos y libros de investigación." (**Maluquer**, 2001: 15).

Como fuentes de información sobre el ámbito español y catalán, hay que mencionar las tres principales bases de datos donde se recopilan tesis doctorales (en las dos primeras, a texto completo):

- Tesis Doctorales en Red (**TDX**, del Consorcio de Bibliotecas Universitarias de Cataluña **-CBUC-**, <<http://www.tdx.cbuc.es>>).
- Biblioteca Virtual **Miguel de Cervantes** - **Tesis Doctorales** (<http://www.cervantesvirtual.com/tesis/tesis_catalogo.shtml>).
- **TESEO** (Ministerio de Educación y Ciencia, <<http://www.mcu.es/TESEO>>).

2.4.6. Otros documentos científicos

En este apartado se tratan sobre todo las contribuciones a congresos y la literatura gris de carácter científico y técnico. Por el que a las contribuciones, se produce una gran variedad de documentos de diversas relevancia (ponencias, comunicaciones, resúmenes, pósteres, etc.). Como resultado de los encuentros de investigadores, en algunas áreas científicas (por ejemplo, las TIC), estas aportaciones tienen una importancia de primera categoría porque facilitan una visión próxima y actualizada de las últimas novedades. En opinión de Callon, Courtial y Penan, las comunicaciones "su particularmente interesantes para identificar las actividades que se sitúan en medio ando entre la investigación de base y las aplicaciones técnicas." (Callon, 1995: 105). A pesar de eso, no existen unos criterios de examen comparables en las patentes y en los artículos científicos. A pesar de eso, la relevancia de la aportación, la existencia de un comité científico de prestigio, el alcance del encuentro (internacional, nacional, etc.) o la publicación de las ponencias para una editorial de renombre pueden ser elementos válidos a la hora de seleccionar y estudiar este tipo de documentación.

En relación a la literatura gris, las actuaciones de R+D+I producen una enorme cantidad de documentos de difícil acceso, hecho que provoca evidentes problemas de preservación y visibilidad. Aparte de las bases de datos comerciales, desde el ámbito de la Documentación se intentan encontrar algunas soluciones a estos problemas. En nuestro país, el CBUC ha impulsado iniciativas bastante interesantes. En primer lugar, REBUSCADO (<<http://www.recercat.net>>) se presenta como un "depósito cooperativo de documentos digitales que incluye la literatura de investigación de las universidades y de los centros de investigación de Cataluña, como artículos todavía no publicados (*preprints*), comunicaciones a congresos, informes de investigación, *working papeles*, proyectos de final de carrera, memorias técnicas, etc." En segundo lugar, el proyecto de Revistas Catalanas con Acceso Abierto (RACO, <<http://www.raco.cat>>) es un almacén abierto con los artículos a texto completo de 90 revistas catalanas científicas, culturales y eruditas.

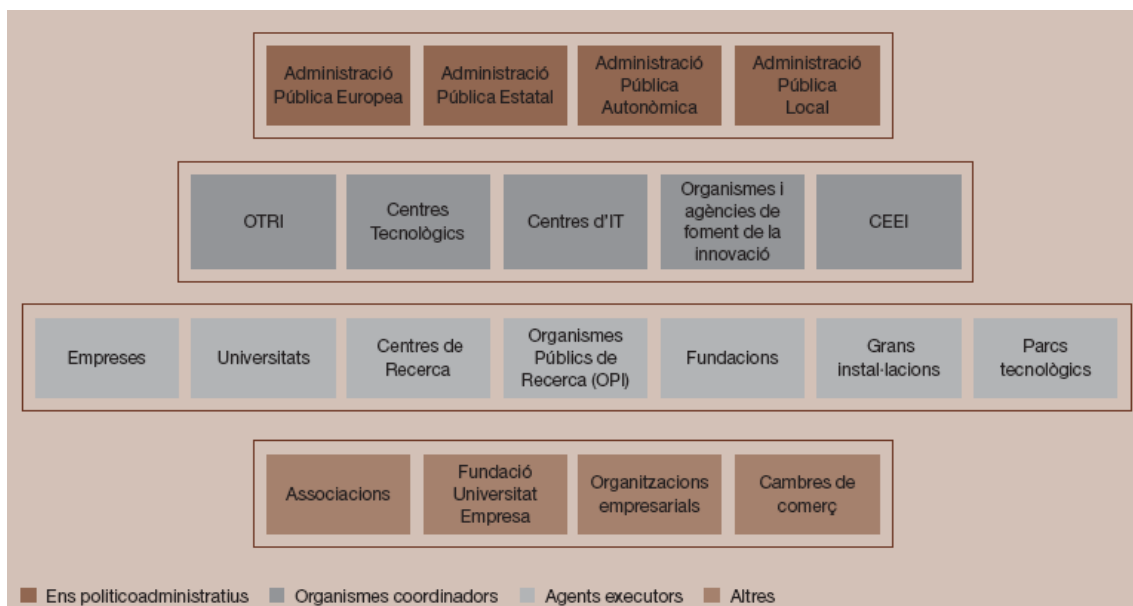
Dentro de la misma línea, en el ámbito universitario también surgen iniciativas estimulantes. Por ejemplo, el portal UPCommons (<<http://upcommons.upc.edu>>) permite el acceso abierto a depósitos digitales que recogen el conocimiento científico y

tecnológico generado por la universidad. En estos almacenes se puede consultar el texto completo de revistas, proyectos y trabajos fin de carrera, tesinas y tesis doctorales, etc. También se puede acceder a cualquier trabajo de **investigación** preparado para entrar en un proceso de comunicación (artículos de revista, comunicaciones de congresos, repuertos de **investigación**, etc.), en versiones de documentos pendientes de publicarse (*preprints*) o versiones de documentos ya publicados (*postprints*).

CAPÍTULO 3. EL SISTEMA R+D+I DE CATALUÑA

El presente capítulo tiene un carácter más práctico y aplicado al caso de Cataluña. Por un lado, se revisa globalmente el contexto institucional por sectores de ejecución de la investigación. Por otra parte, se estudia la política científica y la financiación de las actuaciones de R+D+I en Cataluña. Hay que remarcar que, en general, los indicadores de recursos y resultados sitúan Cataluña en una situación intermedia entre España y la UE.

Figura 5: Esquema del sistema de R+D+I a Espanya



Font: Perelló (2005)

3.1. MARCO INSTITUCIONAL

Desde el punto de vista de las estructuras de ejecución de la R+D+I, el sistema de ciencia y tecnología de Cataluña o de España (figura 5) se compone de una gran diversidad de agentes. A pesar de la heterogeneidad, estos agentes se pueden agrupar en cuatro grandes sectores institucionales: administración pública (esencialmente, los OPIO), universidades, empresas y IPSFL.

Con respecto al sector público, los OPIO son institutos y centros de investigación bajo la titularidad de las diferentes administraciones catalanas y españolas. Así, los veinte centros del **CSIC** en Cataluña dependen de la Administración General del Estado (**AGE**). Por su parte, la **Generalitat de Catalunya** participa en el Instituto de **Investigación** y Tecnología Agroalimentarias (**IRTA**, <<http://www.irta.es>>, adscrito al Departamento de Agricultura, Ganadería y Pesca, **DARP**) y en la red de centros vinculados al Instituto **Català de la Salut** (**ICS**, <<http://www.gencat.net/ics>>, del Departamento de Salud, **DS**), que incluye hospitales, fundaciones, institutos de **investigación**, etc. Además, desde el año 2003 la Asociación Catalana de Entidades de **Investigación** (**ACERO**) agrupa veinticuatro centros de excelencia en áreas estratégicas, dotados de personalidad jurídica propia pero impulsados por la Generalitat. Tampoco hay que olvidar el papel de los organismos vinculados a las diferentes administraciones locales y provinciales.

En relación a la enseñanza superior, Cataluña presenta un conjunto de doce instituciones universitarias públicas y privadas, que son las siguientes (ordenadas por fecha de creación):

- Universidad de Barcelona (**UB**, <<http://www.ub.edu>>, 1837).
- Universidad Autónoma de Barcelona (**UAB**, <<http://www.uab.cat>>, 1968).
- Universidad Politécnica de Cataluña (**UPC**, <<http://www.upc.edu>>, 1984).
- Universidad **Pompeu Fabra** (**UPF**, <<http://www.upf.edu>>, 1990).
- Universidad de Gerona (**UdG**, <<http://www.udg.cat>>, 1991).
- Universidad de Lérida (**UdL**, <<http://www.udl.cat>>, 1991).
- **Universitat Rovira y Virgili** (**URV**, <<http://www.urv.cat>>, 1991).
- Universidad **Ramon Llull** (**URL**, <<http://www.url.cat>>, 1991).
- Universidad Abierta de Cataluña (**UOC**, <<http://www.uoc.edu>>, 1995).
- Universidad de **Vic** (**UVIC**, <<http://www.uvic.cat>>, 1997).
- Universidad Internacional de Cataluña (**UIC**, <<http://www.unica.edu>>, 1997).
- Universidad Abate **Oliba CEU** (**UAO**, <<http://www.uao.es>>, 2003).

Dentro del ámbito universitario, se contabilizan aproximadamente unos 325 departamentos (curso 2002-2003), además de numerosos consorcios, institutos y centros

de **investigación** con diversos grados de vinculación (propios, mixtos, adscritos, **consorciats**, etc.) y dedicados a la investigación fundamental o aplicada.

El papel de las **IPSFL** en el sistema catalán es más bien modesto en comparación con los otros sectores. Con respecto a las empresas, "son los agentes económicos por excelencia y las únicas instituciones que tienen la capacidad de obtener retornos económicos de la creación de nuevos conocimientos y de la innovación." (**Maluquer**, 2004: 14). El ámbito empresarial está formado sobre todo **para** los departamentos corporativos de R+D+I en sectores claves para la economía catalana como el automovilístico, alimenticio, químico, farmacéutico, etc. Aquí también se tienen que incluir unas 6.500 empresas innovadoras en productos y/o procesos (apartado 2.2.8), la mayoría de las cuales no disponen de un laboratorio o departamento específicamente dedicado a actividades de R+D+I debido a sus reducidas dimensiones.

En más, hay que mencionar los organismos e instituciones que actúan como en puente entre el sector público y el privado con la finalidad de transferir los resultados de la **investigación** básica y aplicada e impulsar la implantación de innovaciones tecnológicas en las empresas catalanas. En este campo se incluyen las siguientes categorías:

- Oficinas de Transferencia de **Resultats d'Investigació (OTRI)**.
- Servicios de recursos científicos y técnicos.
- Servicios de formación, asesoramiento y gestión.
- Red de Parques Científicos y Tecnológicos de Cataluña (**XPCAT**, <http://www.xpcat.net>).
- Entidades de capital riesgo.
- **Spin-offs** y **Start-ups**¹.
- Centros de referencia.
- Redes de innovación tecnológica.
- Otros centros de promoción y **apoyo** a la **investigación**.

¹ Las **Spin-offs** (empresas derivadas) son organizaciones creadas para explotar comercialmente el conocimiento derivado de la investigación pública. En cambio, a pesar de disponer de personal procedente de las universidades o de los OPIO, las **Start-ups** no generan ninguna explotación de esta propiedad intelectual.

Finalmente, hay que destacar los grupos de **investigación** reconocidos y consolidados por el **DURSI** mediante las convocatorias autonómicas de **Apoyo** a los Grupos de **Investigación (SGR)**. Este reconocimiento se asienta en criterios objetivos que acreditan una investigación de calidad y competitiva en el ámbito internacional. En nueve años, el número de grupos reconocidos casi se ha cuadruplicado, pasando de 257 (curso 1996-1997) a 963 (curso 2005-2006).

Una buena parte de los grupos, centros, institutos, redes y parques que conforman el sistema de R+D+I de Cataluña se pueden consultar a través del directorio electrónico *Unidades de R+D a Cataluña* (<http://www10.gencat.net/dursi/ca/re/directori_r_d.htm>), elaborado y mantenido por el **DURSI**.

3.2. POLÍTICA CIENTÍFICA

Una **vez** estudiados los principales agentes **ejecutores** de la investigación en Cataluña, hay que examinar la política científica desde la perspectiva de las administraciones públicas encargadas del impulso, financiación, coordinación, **apoyo** y asesoramiento del sistema. En este apartado se comenta el papel ejercido por los organismos catalanes, españoles y europeos con diferentes grados de vinculación a la Generalitat, **l'AGE** y la **UE**. Todas estas instituciones utilizan información y documentación sobre R+D+I para el desarrollo de las funciones y actividades que tienen asignadas. Tal como remarcan **Carles Perelló i Mariona Riera**:

"Los diferentes países tienen que cuidar de su política de impulso a la ciencia y a la innovación, para no verse forzado en una dependencia tecnológica y, con eso, en una dependencia política y económica. Es así **como**, conscientes de esta situación, procuran fomentar el conocimiento y la aplicación de la ciencia y la tecnología mediante la educación a todos niveles, la **investigación** científica y tecnológica y la aplicación del conocimiento en la producción competitiva." (**Perelló**, 2005: 61).

3.2.1. Cataluña

El Estatuto de Autonomía de Cataluña de 1979 determina en el artículo 9.7 que la Generalitat tiene competencia exclusiva en materia de investigación, "sin perjuicio de

aquello que dispone el número 15 del apartado 1 del artículo 149 de la Constitución", el cual encarga al Gobierno español el fomento y coordinación general de la **investigación** científica y técnica. Sin embargo, la transferencia de recursos y competencias estatales se ha limitado hasta el momento al área de la **investigación** agraria, sin incluir los centros del **CSIC** ni la financiación de la investigación universitaria catalana. Actualmente se trabaja en una ley encargada del fomento y articulación del sistema catalán de R+D+I.

Desde el punto de vista de las estructuras de dirección y financiación, la política científica propia de la **Generalitat de Catalunya** está coordinada desde el año 1980 por el Consejo Interdepartamental de **Investigación** e Innovación Tecnológica (**CIRIT**, <<http://www10.gencat.net/dursi/ca/de/cirit.htm>>). Se trata de un organismo colegiado con representación de todos los departamentos autonómicos, que fija los objetivos generales de la Generalitat en materia de R+D+I, impulsa la coordinación entre las unidades administrativas y elabora los **planes** de política científica y tecnológica. Efectivamente, a partir del año 1992, con la creación del Comisionado para Universidades y **Investigación** (**CUR**), las actuaciones autonómicas se han articulado a través del 1º (1993-1996), 2º (1997-2000) y 3º **Plan de Investigación** (2001-2004). Para el cuatrienio 2005-2008 se ha diseñado un **Plan de Investigación e Innovación** (**PRI**, <<http://www.gencat.net/pricatalunya>>). Como principales instrumentos para ejecutar las acciones y prioridades de la financiación pública, los **planes** pretenden dar **apoyo** y aumentar los recursos obtenidos en las convocatorias estatales y europeas. Hasta el momento, se han redactado informes de presentación y de evaluación de todos los **planes** (bibliografía).

Debido a la creciente importancia estratégica de la R+D, en abril de 2000 se creó el Departamento de Universidades, **Investigación** y Sociedad de la Información (**DURSI**, <<http://www.gencat.net/dursi>>) a partir, esencialmente, de la refundida del **CUR** y del Comisionado para la Sociedad de la Información. De acuerdo con las directrices generales del gobierno, son competencias del **DURSI** la planificación, **ordenación**, dirección y ejecución de las competencias atribuidas a la **Generalitat de Catalunya** en materia de universidades, **investigación**, **TIC** y sociedad de la información.

El organigrama del departamento se compone de la Secretaría General, la Secretaría de Telecomunicaciones y Sociedad de la Información, la Dirección General de Universidades (DGU) y la Dirección General de Investigación (DGR). Por otra parte, la dirección del CIRIT y de la secretaría del Consejo Interuniversitario de Cataluña (CIC, <<http://www10.gencat.net/dursi/ca/de/cic.htm>>), una y otra presididas por el consejero y adscritas al departamento, dependen también directamente con rango de dirección general. Dependen igualmente del DURSI las siguientes entidades de derecho público sometidas al ordenamiento jurídico privado: AGAUR, AQU y Centro de Telecomunicaciones y Tecnología de la Información (CTTI).

Creada el año 2001, el AGAUR (capítulo 4) constituye un instrumento de ejecución de las políticas del DURSI, mediante la financiación pública y, si ocurre, la evaluación previa de las solicitudes presentadas. Los ámbitos de actuación de la agencia son las ayudas y becas en el estudio, la mejora de la calidad docente, la investigación científica y el apoyo a los centros de investigación.

En 1996 se constituyó el AQU, bajo la figura jurídica de un consorcio integrado por la Generalitat y las siete universidades públicas catalanas. La agencia tiene como hito esencial impulsar la calidad y la mejora continua del sistema universitario catalán mediante la evaluación institucional de la calidad, en base a una metodología previamente establecida. También se encarga del cálculo de los resultados del sistema universitario y de la propuesta de mejoras de los servicios que prestan las universidades públicas a la sociedad. Además de evaluar las enseñanzas y los profesores universitarios, el AQU desarrolla un programa de seguimiento de los servicios bibliotecarios de las universidades públicas catalanas (apartado 2.2.3).

Desde su creación el año 2001, la Institución Catalana de Investigación y Estudios Adelantados (ICREA, <<http://www.icrea.es>>) es una fundación impulsada conjuntamente por el DURSI y por la Fundación Catalana para la Investigación y la Innovación (FCRI, <<http://www.fcri.es>>). El objetivo central de ICREA es potenciar la investigación en Cataluña, en cualquier ámbito del conocimiento mediante la contratación de investigadores de calidad contrastada, los cuales se incorporan al sistema de R+D+I.

Por su parte, el Centro de Innovación y Desarrollo Empresarial (**CIDEM**, <<http://www.cidem.com>>, capítulo 4) es el organismo del Departamento de Trabajo e Industria de la Generalitat encargado de impulsar el tejido empresarial catalán y potenciar su competitividad a partir de las actividades de R+D+I. Los ejes dominantes de sus actuaciones son el fomento de la innovación mediante la R+D industrial, la transferencia de tecnología, el desarrollo empresarial y la localización industrial. El **CIDEM** ofrece **apoyo** directo a las empresas y emprendedores a través de productos y servicios orientados a la mejora de su posición competitiva en los diferentes ámbitos de actuación.

La Agencia de Evaluación de Tecnología y **Investigación** Médicas (**AATRM**, <<http://www.aatrm.net>>) es una empresa pública creada el año 1994 y adscrita al **CatSalut-Servei** Catalán de la Salud. Una de las funciones básicas consiste en planificar, coordinar y evaluar la investigación sanitaria en ciencias de la salud. Efectivamente, la agencia evalúa solicitudes de proyectos de **investigación** y, una **vez** finalizada la convocatoria, se encarga de elaborar las memorias científicas donde se estudia el impacto alcanzado **por** las diferentes actividades financiadas.

Desde la perspectiva de las estructuras de **apoyo** y asesoramiento del sistema catalán de R+D+I, hay que destacar la tarea desarrollada por instituciones como la **FCRI**, el Patronato Catalán Pro Europa (<<http://www.infoeuropa.org>>) y el Instituto de Estudios Catalanes (**IEC**, <<http://www.iec.cat>>).

La **FCRI** es una **IPSFL** que tiene como finalidad contribuir a la articulación del conjunto de elementos del sistema catalán de R+D+I, así como promover un mayor reconocimiento social de la importancia de la ciencia. Por lo tanto, sus campos de actuación son la innovación, investigación, divulgación y asesoramiento.

El Patronato Catalán Pro Europa es un consorcio público creado el año 1982 **para** la **Generalitat de Catalunya** y **para** un conjunto de entidades representativas del mundo económico y financiero (cámaras de comercio y cajas de ahorro), del ámbito universitario y de la administración local, con el objetivo de potenciar en Cataluña el conocimiento de las políticas y las realizaciones de la **UE**, entre las cuales juegan un papel destacado el impulso de las actividades de R+D+I.

La alta investigación científica constituye el objetivo central del **IEC**, el cual lleva a cabo diversas actividades de asesoramiento, coordinación, promoción, realización y difusión de la **investigación** en tierras de lengua y cultura catalana. El año 1995, el **IEC** acordó poner en funcionamiento el proyecto de elaboración de un estudio sobre el estado de la **investigación** en Cataluña, en relación a criterios homologados internacionalmente. Por encargo del **CUR**, el estudio se basaba en una serie de informes periódicos (*Repuertos de la investigación en Cataluña*, <<http://www.iecat.net/reports>>) sobre cada una de las áreas en que se puede dividir la actividad científica. Los informes tenían que ser redactados por un equipo de destacados investigadores de cada ámbito. La primera edición de los repuertos se organizó en veinticuatro áreas temáticas que cubrían el periodo 1990-1995. A lo largo del periodo comprendido entre febrero de 2003 y diciembre de 2004 y por encargo del **DURSI**, se ha coordinando la segunda edición de los *repuertos*, que cubre la etapa 1996-2002 y las áreas temáticas se han ampliado en veintiséis. Al mismo tiempo de la elaboración de la segunda edición de los *repuertos*, se ha puesto en funcionamiento el Observatorio de la **Investigación** en Cataluña (**ORC**, <<http://www.iecat.net/obsrecerca>>), un proyecto de referencia para el análisis, planificación, coordinación y difusión de las actividades de R+D+I en el ámbito catalán. El resultado final pretende estructurar y explotar la información recopilada de forma permanente y actualizada mediante una base de datos accesible a Internet.

3.2.2. España

El marco de actuación estatal está definido por la *Ley 13/1986, de Fomento y Coordinación General de la Investigación Científica y Técnica*. Las realizaciones financiadas en ciencia y tecnología por las diferentes unidades gestoras de l'AGE se agrupan **por** cuatrienios bajo los sucesivos Planas **Nacionales** de **Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica** (PN I+D+I). Actualmente, el PN I+D+I 2004-2007 (<http://wwwn.mec.es/ciencia/jsp/plantilla.jsp?area=plan_idi&id=2>) es el marco de referencia estatal para identificar las prioridades, en más de fomentar, incentivar y ejecutar las actuaciones de R+D+I, agrupados en la función 54 de los Presupuestos Generales del **Estado**. Los diversos órganos de planificación, coordinación

y seguimiento del PN I+D+I están articulados por **Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología (CICYT)**. Esta comisión se encarga de la programación de las actividades de investigación a través de la elaboración de los **planes** y de las memorias de seguimiento de las acciones impulsadas (bibliografía).

En el ámbito ministerial, el año 2000 se creó el **Ministerio de Ciencia y Tecnología (MCYT)**. A partir del mes de abril de 2004, le corresponde al **Ministerio de Educación y Ciencia (MEC)**, <<http://www.mec.es>>) la propuesta y ejecución de la política estatal en materia de universidades y de fomento y coordinación general de la investigación científica. A la vez, el **Ministerio de Industria, Turismo y Comercio (MITYC)**, <<http://www.mityc.es>>) es el departamento estatal encargado de la política en materia de innovación, desarrollo industrial, telecomunicaciones y sociedad de la información.

En relación en los instrumentos de seguimiento y evaluación de la actividad de **investigación**], **I'AGE** se ha dotado de las siguientes agencias y comisiones:

- Agencia Nacional de **Evaluación y** Prospectiva (**ANEP**, <<http://www.mec.es/ciencia/anep>>).
- **Comisión Nacional Evaluadora de la Actividad Investigadora (CNEAI)**, <<http://www.mec.es/ciencia/cneai>>).
- Agencia Nacional de **Evaluación de la Calidad y Acreditación (ANECA)**, <<http://www.aneca.es>>).

Por su parte, el **Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI)**, <<http://www.cdti.es>>) se encarga del impulso público de las actuaciones de R+D+I en las empresas. Además, para reforzar la cooperación entre los diferentes agentes del sistema, **I'AGE** ha organizado instrumentos como la **FECYT** y l'Observatorio de Prospectiva **Tecnológica Industrial (OPT)**, <<http://www.opti.org>>).

Por otro lado, el **INE** recoge y elabora periódicamente las dos estadísticas capitales sobre la R+D+I en España, siguiendo en todo momento las recomendaciones del *Manual de Frascati*:

- *Estadística sobre laso actividades el Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico*

- *Encuesta sobre innovación tecnológica en las empresas*

Otras fuentes de información sobre el sistema de R+D+I español son las diferentes confederaciones, fundaciones o redes que se ocupan también de recopilar, analizar y difundir datos o estudios:

- **Confederación** de Rectoras de las **Universidades Españolas** (**CRUE**, <<http://www.crue.org>>).
- **Confederación de Sociedades Científicas** (**COSCE**, <<http://www.cosce.org>>).
- **Fundación COTECA** para la **innovación tecnológica** (<<http://www.cotec.es>>).
- **RedIRIS: Red española** de I+D (<<http://www.rediris.es>>).
- **RedOTRI universidades** (<<http://www.redotriuniversidades.net>>).

3.2.3. Europa

La UE ha situado el conocimiento y la innovación como prioridades políticas de primera magnitud. En esta línea, el Consejo Europeo de Lisboa (2000) expresó la voluntad de crear la economía basada en el conocimiento más competitiva y dinámica del mundo. El Consejo Europeo de Barcelona (2002) diseñó los objetivos fundamentales para el año 2010: alcanzar el 3% del **PIB** en R+D, con una inversión privada igual o superior a las 2/3 partes.

La política científica y tecnológica de la UE es el resultado de la colaboración entre el Parlamento (<<http://www.europarl.europa.eu>>), la Comisión (<<http://ec.europa.eu>>) y el Consejo (<<http://www.consilium.europa.eu>>). Desde el punto de vista operativo, los sucesivos Programas Marco (**PM**) constituyen el instrumento clave de la política y financiación comunitarias. Actualmente está a punto de finalizar el 6º **PM** (2002-2006, <<http://cordis.europa.eu/fp6>>) y se trabaja en la elaboración y puesta en funcionamiento del 7º **PM** (2007-2013, <<http://www.cordis.lu/fp7>>). También hay que recordar las actuaciones sufragadas por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (**FEDER**, <http://ec.europa.eu/comm/regional_policy/funds/prord/prord_es.htm>) y destinadas al cofinanciamiento de infraestructuras y programas de **investigación**.

A partir del examen de las principales tendencias de las políticas nacionales, la Comisión ha detectado la existencia de tendencias comunes hacia determinadas prioridades. Por este motivo, se ha puesto en marcha el *Espacio Europeo de Investigación* (*European Research Area* -ERA-, <http://ec.europa.eu/research/era/index_en.html>), el cual impulsa una mayor coordinación de las diversas iniciativas nacionales y regionales. La Comisión identifica objetivos prioritarios para establecer un espacio de investigación coherente en materia de recursos humanos, materiales y financieros que sea atractivo a nivel mundial y que esté abierto a la sociedad. Entre los temas a debate dentro de la ERA se encuentra el establecimiento de un sistema común de referencia científica y técnica para la aplicación de políticas. Según la Comisión, las actividades de investigación tendrían que responder a "laso *necesidades* de los *ciudadanos* y de los responsables de la coge de *decisiones*, y que *sus resultados deberían* estar *validados* miedro un sistema fiable y *reconocido*." (European Commission, 2000: 9).

En los informes anuales de la Comisión sobre las actividades de R+D (bibliografía) se identifican las principales fuentes de información sobre la política comunitaria en esta materia:

- Informes anuales de examen sistemático y continuo para el *PM* y *para* cada programa específico. Se trata de un resumen sintético e independiente sobre el proceso y calidad de las disposiciones de ejecución de los programas.
- Informes de evaluación quinquenal para el *PM* y *para* cada programa específico. Estos documentos suponen la evaluación retrospectiva e independiente sobre la pertinencia, eficacia, resultados e impacto de los programas de la UE durante los cinco años precedentes.
- Informe sobre los indicadores científicos y tecnológicos, con presentaciones, estadísticas y cálculos detallados para situar las actividades comunitarias y nacionales en el contexto mundial.
- Documentos presupuestarios anuales de la Comisión.
- Estudios publicados en el marco de los programas comunitarios sobre cuestiones específicas de los ámbitos tratados.
- Estadísticas de *Eurostat*, con la publicación anual de datos comparables a escala internacional sobre créditos presupuestarios públicos, gastos, personal y patentes

en los sídos miembros (en algunos ítems, los datos están desagregados por regiones). *Eurostat* también publica estadísticas sobre la ciencia y la tecnología dentro de las colecciones *Panorama de la Unión Europea* i *Statistics in Foco*.

La mayoría de estos documentos se pueden consultar mediante dos sitios web de la Comisión que agrupan los principales organismos y proyectos europeos:

- *Research* (<http://europa.eu.int/comm/research/index_en.cfm>).
- *Activities of the European Union - Research and Innovation* (<http://europa.eu.int/pol/rd/index_en.htm>).

También hay que destacar iniciativas como el servicio *Research Community Research and Development Information Service* (ATES, <<http://www.cordis.lu>>) o el *Joint Research Centre* (JRC, <<http://www.jrc.cec.eu.int>>). Además, hay que recordar las actuaciones de las grandes estructuras europeas multilaterales para la ejecución de R+D+I:

- *European Science Foundation* (ESF, <<http://www.esf.org>>).
- *Euroscience* (<<http://www.euroscience.org>>).
- *European Organization for Nuclear Research* (CERNE, <<http://www.cern.ch>>).
- *European Space Agency* (ESA, <<http://www.esa.int>>).
- *European Molecular Biology Laboratory* (EMBL, <<http://www.embl.org>>).
- *European Synchrotron Radiation Facility* (ESRF, <<http://www.esrf.fr>>).

Por último, el programa *EUREKA: En Network for Market-Oriented Industrial R&D and Innovation* (<<http://www.eureka.be>>) agrupa en treinta y seis países para dar apoyo a proyectos supranacionales de innovación. Así, "por medio de su red flexible y descentralizada, *Eureka* ofrece a sus socios un acceso rápido a los conocimientos, la experiencia y la pericia de Europa, los facilita el acceso a esquemas de financiación y ayuda a formar asociaciones empresariales que den lugar a productos competitivos utilizando tecnologías adelantadas." (Perelló, 2005: 66). Mediante el sitio web, *EUREKA* ofrece completa información sobre los proyectos en curso en áreas punteras como la biotecnología, medicina, energía, *TIC*, láseres, nuevos materiales, robótica, medio ambiente y transporte.

CAPÍTULO 4. SERVICIOS DE GESTIÓN, ESTUDIOS Y INFORMACIÓN

El último apartado antes de concluir el trabajo pretende ser la aplicación real de la temática tratada hasta el momento. En efecto, aquí se recoge la información obtenida en once entrevistas efectuadas a técnicos y expertos de diferentes servicios y unidades directamente relacionadas con la R+D+I. La opción de elaborar entrevistas personales proviene de la falta de documentación sobre la materia y de la necesidad de conocer de primera mano a las personas que trabajan de forma directa y diaria con ésta tipo de información. Para más información, se puede consultar el apartado 1.3 de la introducción, dedicado a la metodología del trabajo.

El esquema inicial de análisis se asienta en el concepto clásico de *Cadena documental* y en las aportaciones de **Thomas H. Davenport** sobre *el Ecology Information*. En esta línea, **Alfons Cornella** reflexiona en los siguientes términos:

"(...) la información es un recurso vital a las organizaciones en tres sentidos muy diferentes. Primero, las organizaciones tienen que disponer de la mejor información sobre el entorno. Segundo, tienen que juntarla a la información que se genera internamente, con el fin de tomar mejor las decisiones, convirtiéndola en conocimientos. Finalmente, tienen que proyectar información hacia el entorno de manera que su imagen salga beneficiada." (Corneja, 1998: 7-8).

Así, el cuestionario de las entrevistas (anexo 1) intenta **recorrer** el ciclo de la información generada por la investigación científica y técnica. Las personas interpeladas responden a cuestiones sobre el contexto institucional (estructura, recursos humanos e informáticos, etc.) y sobre la información especializada en R+D+I, concretamente con respecto a la entrada (fuentes de información, indicadores, etc.), procesamiento (sistemas de análisis, áreas temáticas, alcance cronológico, etc.) y salida de los datos (elaboración de memorias, bases de datos, informes, etc.). El capítulo se organiza en función de estos grandes apartados, dentro de cada uno de los cuales la información se estructura institucionalmente.

En todo momento, se intenta mostrar un panorama el más plural posible, con organismos diversos con respecto a la naturaleza jurídica (pública o privada), finalidad (financiación o ejecución de la investigación), sector de actividad, dimensiones, etc. En el caso de la **UAB**, se han realizado dos entrevistas ya que la institución se encuentra en una interesante fase de reorganización interna.

A continuación se detallan los servicios y unidades analizadas, la dependencia institucional, el nombre de las personas consultadas y la fecha de la entrevista:

- Coordinación de **Sistemes d'Informació (CSI)** del **DURSI**. Entrevista con **Anna Formiguera i Anna Llovet** (05/07/2005).
- Agencia de Gestión de Ayudas Universitarias y de **Investigación (AGAUR)**. Entrevista con **Lluís Rovira** (16/03/2006).
- **Centre d'Innovació** y Desarrollo Empresarial (**CIDEM**). Entrevista con **Joan Romero i Josep Garcia** (14/02/2006).
- Oficina de Gestión de la **Investigación (OGR)** de la **UB**. Entrevista con **Carles Pérez** (Fecha: 01/07/2005).
- **Oficina d'Estudis** y Gestión de la Información (OEGI) de la **UAB**. Entrevista con **Montse Balagueró** (03/10/2005).
- Estudios y Explotación de datos (**Àrea d'Investigació** y Desarrollo) de la **UAB**. Entrevista con **Oriol Carol** (02/06/2005).
- Área de **Investigación** de la **UPC**. Entrevista con **Ramon Miralles** (26/05/2005).
- **Unitat d'Estudis**, Planificación y Evaluación (**UEPA**) de la **UPF**. Entrevista con **Francesc Abad i Lluís Coma** (28/06/2005).
- Gestión de la **Investigación** y Transferencia de Tecnología del vice-rectorado de **Investigación** y Tecnología de la **URL**. Entrevista con **Josep a M. Martorell** (10/06/2005).
- Área de Comunicación del Instituto de Investigaciones Biomédicas Augusto Pino y **Sunyer (IDIBAPS)**. Entrevista con Marco de **Semir** y **Àlex Argemí** (02/11/2005).
- Instituto de **Investigación** y Tecnología Agroalimentarias (**IRTA**). Entrevista con **Xavier Alibés** (08/07/2005).

CONCLUSIONES

"Para qué cualquiera política sea efectiva hacen falta dos condiciones: 1) identificar bien las causas de los problemas y escoger los instrumentos de manera adecuada; 2) introducir mecanismos independientes de evaluación empírica de las políticas, de manera que éstas se puedan rediseñar según los resultados." (Busom, 2004: 29).

La importancia clave de las actividades de R+D+I es evidente en un mundo actual bastante competitivo. La creación e incorporación del conocimiento en la producción representa una ventaja decisiva. En este contexto, resulta imprescindible disponer de información robusta, relevante y comparable para tomar las decisiones más adecuadas en materia de gestión y política de R+D+I. En último término, la finalidad del proceso consiste al facilitar el progreso del sistema de ciencia y tecnología.

Existen pocos estudios documentados sobre el ciclo global de la información especializada en R+D+I. Por lo tanto, hay que realizar un análisis directo de los servicios de gestión, estudios e información. Como resultado de esta aproximación, se ha examinado la situación actual de algunas unidades catalanas y se han detectado las posibles problemáticas. Con respecto a **en** los órganos de gobierno, se observa una situación muy heterogénea y falta de estabilidad, donde menudean los cambios y reestructuraciones en los aparatos directivos de las administraciones públicas y de las universidades. Con respecto a la organización administrativa, los servicios estudiados mantienen una vinculación estrecha y fluida con las áreas de recursos humanos y de gestión económica. Sin embargo, en la esfera de la enseñanza superior se detecta una ausencia de información precisa sobre los centros adscritos, **consorciats**, mixtos, etc.

Con respecto a los equipos humanos, los servicios disponen de 4 a 9 personas y la presencia de documentalistas es casi testimonial. Además, la tarea diaria de gestión de las actividades de R+D+I tiene prioridad sobre el tratamiento esmerado de la información. En algunas ocasiones, no existen procedimientos claros de trabajo, sobre todo con respecto a la producción científica de los investigadores.

Desde la perspectiva del uso, los recursos informáticos permiten la identificación y examen de las realizaciones de R+D+I con información cuantitativa y cualitativa. También dan **apoyo** documental a la difusión de los *outputs* y a la gestión del CV de los investigadores. Se utilizan bases de datos compartidas (UNE, GRIEGO, **FENIX**, etc.), productos *ad hoc* (**SIRE**, **AUVMEN**, etc.) y potentes herramientas de gestión o de análisis (**SIG**, **Data Warehouse**, etc.). A veces, los sistemas informáticos resultan poco flexibles para explotar la información en los formatos y campos requeridos.

En cuanto a las fuentes de información, en las agencias de gestión de ayudas públicas para la R+D+I los proveedores son los propios usuarios, cuyas solicitudes se incorporan al sistema informático. Por su parte, la administración pública se alimenta de los datos procedentes de los organismos que dependen jerárquicamente. Por otro lado, los datos universitarios sobre los *input* provienen de las bases de datos internas de personal y gestión económica, las cuales garantiza un grado elevado de fiabilidad. En cambio, los *outputs* son responsabilidad de los propios investigadores universitarios, los cuales no tienen la obligación de introducir o actualizar el CV en las bases de datos de **investigación**. Esta circunstancia provoca falta de solidez y **exhaustivitat** de la información, además de la necesidad de supervisar y validar los datos introducidos. Por lo tanto, la mayoría de instituciones consultan las bases de datos de **ISI Thomson Scientific** (mediante la *Web of Knowledge* o a partir de la adquisición de productos hechos a medida) para medir su producción científica. Finalmente, los dos institutos de **investigación** establecen la obligación más o menos formal de registrar los resultados alcanzados.

Con respecto al procesamiento, hay que tener presente que si la información está lo bastante contrastada, en más de describir y medir las actividades de R+D+I, en algunos casos también facilita la evaluación y valoración. Las clasificaciones más habituales son los ámbitos y áreas **MEC**, códigos **UNESCO**, ámbitos **CONACIT**, etc. Además, se utilizan a menudo las palabras clave y, de forma menos frecuente, los resúmenes. También existen taxonomías adaptadas a las necesidades de cada institución, hecho que dificulta la comparación de los contenidos.

Los resultados del ciclo de la información son bastante diversos, entre los cuales se pueden destacar los siguientes:

- a) Memorias anuales (en papel y en formato electrónico).
- b) Bases de datos (públicas o restringidas).
- c) Informes (periódicos, sectoriales, puntuales, etc.).
- d) Envío de datos en respuesta a las solicitudes oficiales por parte de administraciones públicas e institutos estadísticos.
- e) Instrumentos internos de gestión y administración.

Como conclusión del análisis de los servicios especializados, se observa una evolución general positiva en el tratamiento de la información sobre R+D+I. Esta afirmación queda demostrada por la creación de unidades específicas dotadas de instrumentos estadísticos y documentales, que actúan como filtros aglutinadores de la información y desarrollan una tarea lo bastante meritoria. En líneas generales, los datos se valoran como útiles y fiables, sobre todo con respecto a los *input*, ya que hay que mejorar las fuentes de información internas sobre los *outputs*. Sin embargo, algunas unidades consideran óptimo disponer de información selectiva y de calidad garantizada. Finalmente, se tiene que seguir trabajando en las iniciativas **col·laboratives**, como el glosario de **investigación** (DURSI), el Programa de Documentación Científica (AGAUR) o el REBUSCADO (CBUC).

Como se puede observar, la tarea de descripción, estudio y valoración de un sistema de R+D+I no es nada fácil. Los políticos, gestores y científicos topan con numerosas dificultades: diversidad de metodologías, clasificaciones e indicadores; variedad de fuentes de información; dificultades de acceso a los datos, etc. De todos modos, queda claro que los datos tienen que reflejar todo el ciclo de R+D+I, sin quedarse restringidas a determinados recursos o resultados (en el ámbito documental, los estudios más habituales tratan la información **bibliomètrica** derivada de los artículos científicos). Por lo tanto, es necesario un examen cuantitativo y cualitativo de la investigación desde una perspectiva panorámica, casi ecológica, con especial **cuidado por** el equilibrio de todos los componentes del sistema.

Además, un sistema de R+D+I está constituido por una enorme cantidad de actores **ejecutores** y financiadores, hecho que comporta una gran atomización de los datos. Entre otros factores, estos agentes se caracterizan por la pluralidad (naturaleza jurídica, finalidad, sector de actividad, dimensiones, etc.) y por la interacción dinámica (enlaces,

cooperaciones y colaboraciones en forma de redes, grupos de investigación, depósitos de conocimiento, etc.).

Sin embargo, la **investigación** constante para agrandar los espacios del conocimiento humano, esencia primordial de las actuaciones de R+D+I, dificulta fijar con precisión el objeto de análisis. La producción y adopción del conocimiento a menudo se confunde con otros tipos de actividades afines. Además, surgen constantemente nuevas áreas de estudio, conceptos, métodos, técnicas, espacios interdisciplinarios y rinde · **laboratius**, etc. Por este motivo, resulta imprescindible definir de forma unívoca los conceptos involucrados y trabajar con clasificaciones y metodologías estandarizadas. Hace falta insistir en qué la información se pueda comparar desde diferentes niveles (geográfico, institucional, temático, etc.), con la finalidad de establecer un marco de referencia adecuada para cualquier análisis.

Desde una perspectiva multidisciplinar, este estudio ha intentado demostrar de forma embrionaria cómo la ciencia documental puede colaborar con la economía, la estadística o la filosofía de la ciencia para solucionar las dificultades y problemáticas detectadas. Efectivamente, la recogida, organización, procesamiento y difusión de la información sobre R+D+I presenta todavía muchos campos por examinar. Como en cualquier otro ámbito informativo, los documentalistas pueden organizar la dinámica de los flujos de entrada, procesamiento y salida de los datos de manera eficiente, rápida y precisa:

"(...) la creación de bases de datos, sobre R+D+I o más generales, es un bien público que especialmente en nuestro país, es muy limitado. En cambio, su utilidad **por** el diseño de las políticas es clara. Sería deseable que, en diseñarlas, se tuviera en cuenta la evidencia, y se estableciera al mismo tiempo un sistema de recogida de datos que permitiera la evaluación sistemática y econométrica posterior, de manera que los cambios o mejoras en el diseño de éstas estén fundamentadas en la evidencia. Éste sería un buen paso adelante." (**Busom**, 2004: 33).

Con respecto a la situación del sector público de R+D+I, el economista **Isabel Busom** también comenta:

"Se dispone de algunos indicadores agregados, pero ciertamente insuficientes. La conciencia que la generación de conocimiento se convierte en cada vez más importante para el crecimiento económico a medio y a largo plazo, no sólo para algunos países desarrollados, sino de manera generalizada, hace que se extienda la preocupación para evaluar la capacidad de estos centros de producir **investigación** y formación de calidad en el ámbito internacional. Eso va conduciendo lentamente en la producción de datos, que es de esperar que permitan pronto construir indicadores

de la calidad de la **investigación**, de la formación y de la gestión." (Busom, 2004: 19-20).

Otra línea de trabajo futuro **para** los documentalistas consiste en analizar de forma precisa y rigurosa los diferentes tipos de documentos, todo superando los inconvenientes detectados y aportando metodologías robustas. Son necesarios estudios cualitativos con un elevado valor añadido sobre aspectos relevantes para la investigación científica como la resonancia internacional alcanzada, las colaboraciones interdisciplinarias, la detección de redes y de áreas incipientes, etc. Además, hay que impulsar la obtención y organización de datos sustanciales sobre los recursos materiales de la R+D+I.

Por otro lado, hace falta diseñar e implantar clasificaciones y taxonomías, sobre todo en ámbitos primordiales como las disciplinas científicas y tecnológicas o la producción editorial de los investigadores. En este sentido, "es importante disponer de evaluaciones del estado de la **investigación** por campos científicos en el marco internacional." (Busom, 2004: 21).

Finalmente, la tarea de los documentalistas también resulta necesaria para difundir las iniciativas científicas y tecnológicas y los resultados obtenidos, ayudando así al progreso del conocimiento colectivo. En este sentido, la experiencia adquirida por los técnicos en documentación permite conseguir un enfoque profesional, equilibrando la transmisión pública de los contenidos científicos con la protección de la propiedad intelectual y de los datos personales.